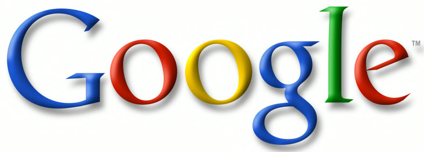
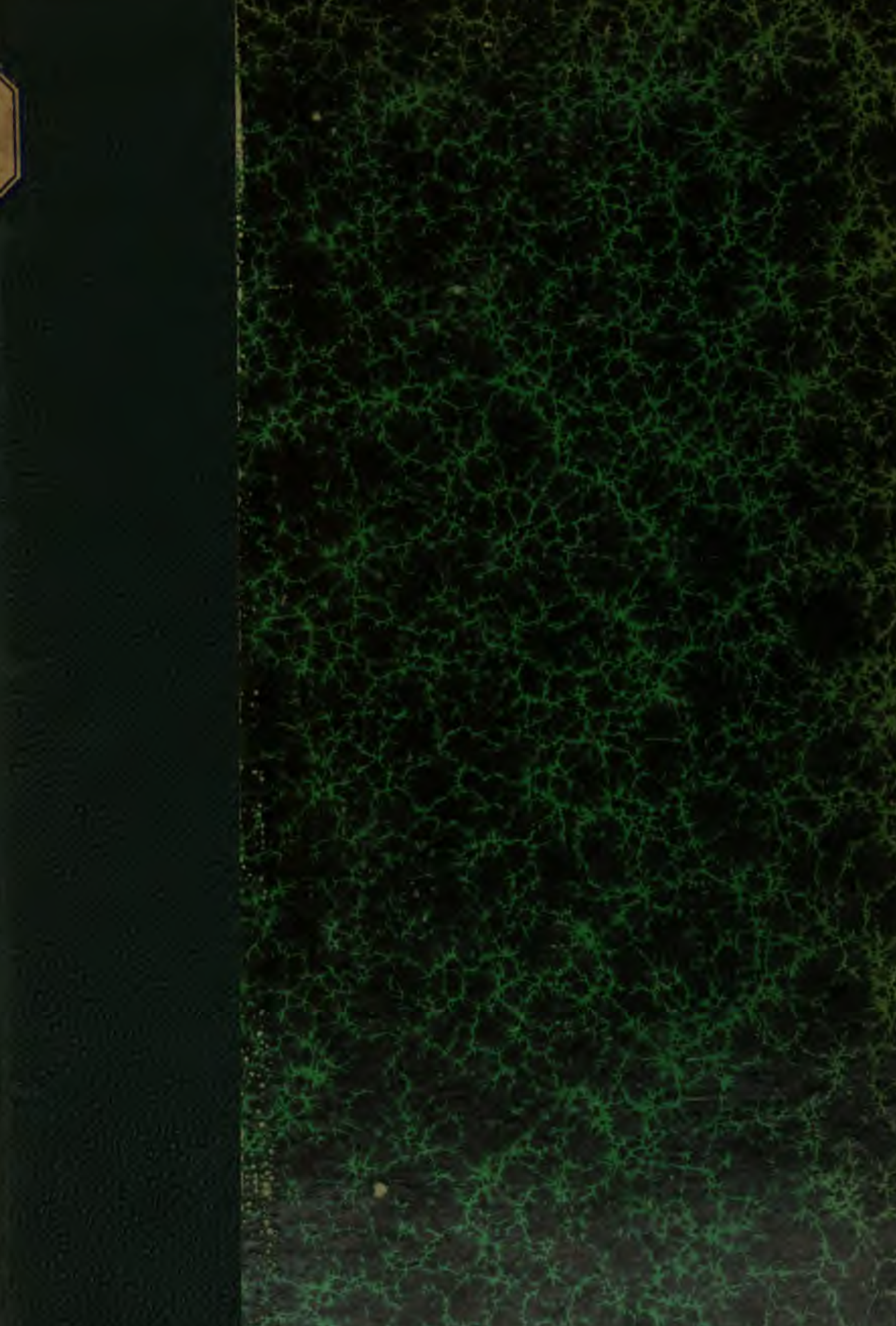




Hommage de l'Auteur.

LES

ROCHES FILONIENNES

PALÉOZOÏQUES NON GRANITIQUES

DES PYRÉNÉES

Par M. A. DE ROMEU,
Docteur de l'Université de Paris,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Chef des Travaux de Minéralogie
du Laboratoire colonial du Muséum d'Histoire naturelle.

(Extrait du *Bulletin de la Société française de Minéralogie*, 1907.)



PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,
55, Quai des Grands-Augustins.

1907

A

M. A. LACROIX,

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE

LES

ROCHES FILONIENNES PALÉOZOÏQUES NON GRANITIQUES

DES PYRÉNÉES.

INTRODUCTION.

Ce travail a été fait dans le laboratoire de Minéralogie du Muséum d'Histoire naturelle. Au début de mes recherches, M. A. Lacroix a bien voulu me confier l'étude de matériaux rassemblés par lui au cours de ses voyages dans les Pyrénées. Ses renseignements si nombreux et si complets m'ont facilité grandement l'étude de détail que j'ai faite de plusieurs de ces gisements, particulièrement de ceux de la région du Lac Bleu de Bigorre et de la région du Pic d'Arbizon. Enfin, les inépuisables et inlassables conseils qu'il m'avait prodigués depuis le commencement de mes études pétrographiques m'ont été continués pendant toute la durée de mes recherches de laboratoire.

En lui dédiant ces pages, je ne songe pas à m'acquitter même faiblement envers lui. Tout essai d'exprimer ce que je lui dois ne pourrait que trop imparfaitement traduire mes

sentiments de respectueuse reconnaissance. En cela, je suis certain d'être compris de tous ses élèves et de tous ceux qui ont fréquenté son laboratoire.

Quoique ayant recueilli moi-même une grande partie des roches dont je parle, je n'ai pas manqué d'avoir recours soit aux collections, soit aux avis des géologues pyrénéens.

Pour cette raison, je dois de tout particuliers remercîments à M. Maurice Gourdon et à M. A. Bresson. L'un et l'autre m'ont libéralement envoyé de nombreux échantillons de leurs belles collections, échantillons recueillis pour la plupart les premiers dans la Haute-Garonne et les parties limitrophes de l'Espagne et les autres dans les Hautes-Pyrénées. De plus, M. Maurice Gourdon a visité, à mon intention, le gisement de microdiorite de la vallée du Lys dont la roche, signalée depuis longtemps, n'a été découverte que récemment par M. Raphaël Angusto père, le guide luchonnais bien connu de tous les naturalistes pyrénéens. De son côté, M. A. Bresson m'a remis une carte à $\frac{1}{80000}$ portant l'indication de tous les filons de roches relevés par lui durant ses courses du tracé géologique de la feuille de Luz; on conçoit combien une telle aide a facilité mes recherches.

MM. J. Caralp et P. Termier ont bien voulu me remettre différents échantillons récoltés par eux; M. Stanislas Meunier a eu la bienveillance de m'ouvrir les vieilles collections recueillies dans la première moitié du siècle dernier et conservées dans le service de géologie du Muséum d'Histoire naturelle.

M. J. Bergeron, qui fut à l'Ecole Centrale mon premier maître en minéralogie et en géologie, a bien voulu aussi me laisser examiner ses plaques minces de diabases et de porphyrites de la région de la Montagne Noire.

M. le Docteur C. von John, de Vienne, m'a envoyé les types de « suldenit » et d'« ortlerit » créés par M. G. Stache et par

lui pour certaines roches de la région de l'Ortler dans le Tyrol; il m'a été ainsi possible d'effectuer de précises comparaisons avec mes matériaux.

Grâce à l'obligeance de M. le Professeur F. D. Adams, j'ai pu étudier, dans le laboratoire de géologie de la Mac Gill University à Montréal, les diabases et les porphyrites augitiques filoniennes décrites par lui et provenant de la région laurentienne située au nord de cette dernière ville.

M. Ernest Gourdon, géologue de l'expédition antarctique du D[r] Charcot, a eu l'amabilité de me permettre d'examiner un échantillon recueilli pendant son voyage.

Je prie les auteurs de ces communications si utiles et de ces aides si cordiales d'agréer l'expression de ma bien sincère gratitude.

AVANT-PROPOS.

Dans ce travail, nous avons adopté pour les minéraux la terminologie et les notations employées par M. A. Lacroix dans sa *Minéralogie de la France et de ses colonies.*

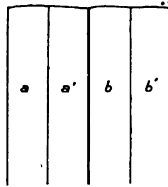
En ce qui concerne la détermination des feldspaths plagioclases, eu égard aux faibles dimensions de nos cristaux et à leur peu de pureté, nous avons en général appliqué les méthodes optiques de M. Michel Lévy. Dans quelques cas particuliers et aussi pour contrôler nos observations, nous avons eu recours au procédé de M. Fouqué basé, comme on le sait, sur la valeur des angles d'extinction des sections perpendiculaires aux bissectrices.

Parmi toutes les méthodes indiquées par M. Michel Lévy, nous nous sommes servi presque exclusivement de celles qui s'appuient sur la considération d'une section voisine de la zone de symétrie perpendiculaire à g^1 (010), dans un individu présentant la macle de Carlsbad et celle de l'albite. C'est cette méthode qui nous paraît de l'application la plus simple, puisque de telles sections sont relativement abondantes, et aussi la plus sûre, puisque dans chaque cas on peut apprécier l'obliquité dans laquelle on se trouve sur le plan g^1 (010).

Cette méthode repose sur la connaissance des angles d'extinction, a et a', de deux lamelles d'une même section, maclées suivant la loi de l'albite, et des angles d'extinction, b et b', des lamelles conjuguées par rapport à la macle de Carlsbad (*fig.* 1). En considérant une section assez proche de la zone de symétrie perpendiculaire à g^1 (010), a devient très voisin de a', et b de b'; on peut par suite remplacer ces quatre nombres par les nombres approchés $a_1 = \frac{a + a'}{2}$, $b_1 = \frac{b + b'}{2}$.

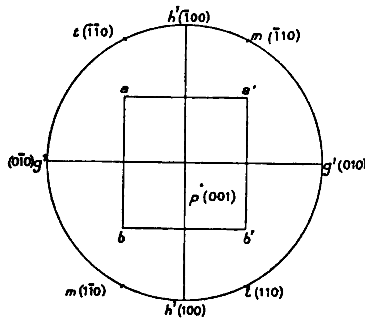
En recherchant sur laquelle des sept épures stéréographiques de feldspaths, données par M. Michel Lévy ([1]), les

Fig. 1.



nombres a_1 et b_1 se disposent sur le diamètre vertical, symé-

Fig. 2.



triquement par rapport au centre (*fig.* 2), on a l'indication de la nature du feldspath.

Ce mode d'opération est assez pénible ; il ne donne en outre que des notions très imparfaites, si le feldspath cherché n'est pas précisément figuré par une des sept épures.

([1]) *Étude sur la détermination des feldspaths dans les plaques minces*, 1894, Paris, Planches I à VII.

Pour faciliter cette recherche, M. Michel Lévy a récemment donné deux diagrammes permettant d'effectuer rapidement cette détermination (¹). Pour leur établissement, il s'est basé sur la méthode de Mallard, qui détermine l'angle d'extinction d'une section de plagioclase d'après la considération des angles d'extinction des sections correspondantes dans l'albite et dans l'anorthite.

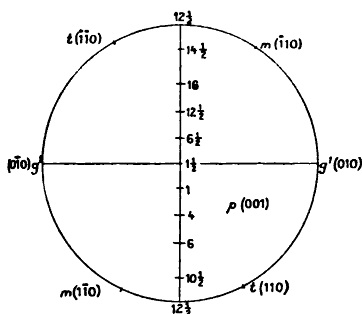
Dans une nouvelle forme de diagramme, dont nous donnons plus loin la construction, nous n'avons pas voulu recourir à cette loi, encore discutée par quelques-uns ou tout au moins mal connue, de l'isomorphisme des plagioclases, et à la relation algébrique qui exprime cette connaissance plus ou moins fidèlement. Nous avons préféré nous servir des épures données par M. Michel Lévy dans son premier fascicule ; elles ont pour la plupart été tracées d'après les données de Des Cloizeaux et de Fouqué, établies sur des types chimiques bien étudiés. Les nombres qui y figurent sont par suite beaucoup plus proches de l'observation que ceux qui pourraient être tirés de la notion de l'isomorphisme d'après la loi de Mallard.

Voici le procédé de construction de notre diagramme. Considérons une des sept épures stéréographiques des feldspaths de M. Michel Lévy, celle de l'andésine par exemple, et relevons les nombres, abstraction faite des signes, inscrits sur son diamètre vertical et conjugués symétriquement par rapport au centre (*fig.* 3). Prenons un de ces groupes de deux nombres qui correspondent à ceux que nous avons appelés plus haut a_1 et b_1. Choisissons, pour continuer notre exemple, 16 et $6\frac{1}{2}$; portons le plus grand a_1 (16) en ordonnée et le plus petit b^1 ($6\frac{1}{2}$) en abscisse. Ce sont les coordonnées d'un point A (*fig.* 4)

(¹) ***Étude sur la détermination des feldspaths dans les plaques minces*** (3ᵉ fascicule), 1904, Paris.

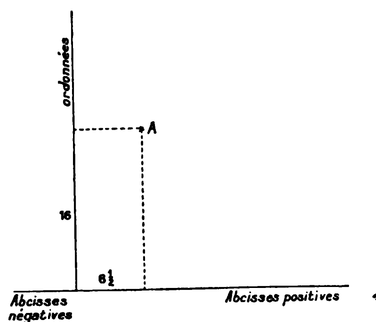
qui dans notre diagramme représentera une section du felsdpath considéré (l'andésine dans notre exemple).

Fig. 3.



Effectuons la même opération pour les cinq autres groupes de nombres; en faisant passer par les six points ainsi obte-

Fig. 4.



nus une courbe continue, nous aurons la représentation de tous les nombres d'extinction du feldspath dans la zone de symétrie perpendiculaire à g^1 (**010**).

Si nous faisons la même construction pour les six autres

feldspaths, nous obtiendrons les sept courbes de la planche I [1].

Ceci posé, réciproquement, deux extinctions a_1 et b_1 d'une section perpendiculaire à g^1(**010**) d'un feldspath inconnu étant déterminées, on cherchera la position du point qui lui correspond sur le diagramme et, par interpolation entre deux courbes, on appréciera la teneur en anorthite de ce feldspath.

Notons qu'au lieu de tracer ces courbes, nous avons préféré relier les différents points par des droites; dans chaque cas particulier l'œil jugera la légère modification de position qu'il convient d'introduire.

Remarquons que, pour éviter que les polygones se recoupent entre eux, nous n'avons pas totalement fait abstraction du signe des extinctions, comme nous l'avons dit plus haut. Nous avons porté en abscisses négatives, à gauche, les nombres qui, sur les épures de M. Michel Lévy, ont le même signe et par suite sont imprimés sur ces épures avec des caractères de même couleur. Ce cas se produit en particulier pour les nombres qui se trouvent au centre des épures; dans notre diagramme, ils se distribuent sur une droite à 45° dans l'angle des abscisses négatives et des ordonnées.

Les lignes des pôles distants de 20° en 20° du centre y sont tracées en rouge; elles sont grossièrement réparties comme les rayons d'un éventail et dans le sens des aiguilles d'une montre, jusqu'à la bissectrice des ordonnées et des abscisses positives où se trouvent les pôles à 90° du centre. Pour ne pas surcharger la figure, nous n'avons pas tracé ces lignes de pôles équidistants du centre entre l'albite et l'oligoclase

---

(1) Le polygone de l'oligoclase à 15 pour 100 d'anorthite (Ab^4An^1), dont les dimensions sont très réduites, n'a pas été tracé; il se confond pratiquement avec le point 00. Le polygone relatif à l'albite (2 pour 100 d'anorthite) a été tracé en pointillé.

à 15 pour 100 qui, s'éteignant en long, est évidemment représenté par le point de coordonnées oo. Il est à remarquer que les pôles de tous les feldspaths intermédiaires entre l'albite et l'oligoclase à 15 pour 100 sont représentés, très sensiblement tout au moins, par des points situés dans la surface limitée par le polygone de l'albite, d'une part, et par les deux côtés de l'angle droit des bissectrices des axes de coordonnées, d'autre part (1).

On pourrait croire, d'après la considération d'un tel diagramme, que, deux nombres étant donnés, il existât toujours deux solutions au problème, puisque, d'après l'examen au microscope, il nous est en général impossible d'attribuer de signe aux extinctions. Mais, pour parer à cette difficulté, M. Michel Lévy a fait remarquer que, pour la plupart des pôles situés entre 0° et 10° du centre de ses épures stéréographiques (c'est-à-dire dans notre diagramme sur environ toute la partie représentée suivant des abscisses négatives); les sections ont une biréfringence très faible; les extinctions ne s'y mesurent pas nettement et ces sections sont par suite rejetées tout naturellement. Du reste, la considération du maximum d'extinction des feldspaths simplement maclés suivant la loi de l'albite, ainsi que ce que M. Michel Lévy appelle *la loi du plus grand nombre* viennent facilement résoudre cette indétermination.

Ceci posé, il n'y a plus d'ambiguïté qu'entre certaines sections de feldspaths situés entre un plagioclase un peu plus basique que l'andésine à 34 pour 100 et l'oligoclase s'étei-

---

(1) Remarquons, incidemment, que la ligne des pôles, situés à 20° du centre, coupe l'axe des ordonnées en deux points, un point d'ordonnée o et un point d'ordonnée comprise entre o et 5. Ce fait déduit de la lecture des épures stéréographiques de M. Michel Lévy est en désaccord avec la loi de Mallard et les diagrammes XXII et XXIII de M. Michel Lévy qui l'expriment (*Étude sur la détermination des feldspaths,* 3e fascicule, Paris, 1904).

gnant en long d'une part, et ceux situés entre ce dernier plagioclase et l'albite d'autre part. Cette ambiguïté est réelle; elle n'est pas causée par la forme du diagramme, mais est inhérente à la méthode de détermination elle-même.

A notre avis, un des avantages de notre diagramme réside en ce que les extinctions sont portées toutes deux sur des échelles linéaires divisibles avec l'exactitude que l'on veut. Le point qui représente le feldspath est ainsi parfaitement fixé ; on appréciera facilement, suivant sa position et suivant l'allure des polygones dans cette région, le degré d'exactitude que l'on peut espérer dans la détermination de ce feldspath. En effet, si l'on a effectué la lecture des extinctions avec une approximation de n°, on pourra, en traçant par la pensée sur le diagramme une circonférence de rayon proportionnel à n, se rendre compte dans quelles limites peut varier la nature de ce feldspath. Suivant la position du feldspath sur le diagramme, sa détermination sera plus ou moins rigoureuse.

Ces estimations sont, à notre sens, beaucoup plus difficiles à faire si les échelles des extinctions sont tracées sur des courbes, dont le rapprochement et l'allure varient avec les différentes régions du diagramme ; l'exactitude en certains points peut ainsi paraître très grande, tandis qu'en réalité elle est tout à fait vaine.

Dans notre diagramme, nous n'avons pas cherché à interpoler de nouveaux polygones entre les sept fournis. Nous estimons qu'ainsi disposé le diagramme suffit à tous les besoins pratiques du pétrographe ; dans les cas les plus favorables, on arrivera ainsi à déterminer un feldspath à 10 à 15 pour 100 d'anorthite près; nous croyons que, sauf dans certains cas très rares, il est illusoire d'espérer obtenir une plus grande précision.

CHAPITRE I.

GÉNÉRALITÉS.

§ 1. — *Objet de cette étude.*

L'immense majorité des roches éruptives des Pyrénées appartiennent à deux groupes qui y forment des massifs de très inégale importance.

Ce sont, d'une part, le *granite*, d'âge paléozoïque, dont les affleurements s'étendent parfois sur plusieurs centaines de kilomètres carrés, et, d'autre part, les *ophites* (diabases à structure ophitique) et les *lherzolites* (péridotites à bronzite, diopside chromifère et spinelle) qui constituent, au milieu des terrains secondaires, des bosses de dimensions beaucoup plus restreintes. Ces roches ont de tout temps été la préoccupation des géologues pyrénéens et, grâce à de nombreuses études, quelques-unes toutes récentes, elles sont aujourd'hui parfaitement connues.

Les unes et les autres, ainsi que les terrains qui les englobent, sont traversées par des filons de nature très différente. Les filons qui parcourent soit les lherzolites, soit les sédiments secondaires voisins sont formés par des *ariégites* (roches essentiellement composées d'un ou plusieurs pyroxènes et de spinelle), des *hornblendites* (roches riches en hornblende et ne renfermant que peu ou pas d'olivine), des *péridotites à hornblende*, et aussi des *diorites* et des *gabbros amphiboliques*. Ces roches ont été décrites par M. A. Lacroix; entre autres choses, il a montré que leur étude permet d'éclairer certains points communs de l'histoire des ophites et des lherzolites qui, sur le terrain, ont jusqu'ici été toujours trouvées sans contacts les unes avec les autres.

Les roches filoniennes traversant le granite et les terrains

anciens se divisent en deux séries suivant la présence ou l'absence de feldspath alcalin. Les premières (*aplites, pegmatites, microgranites,* etc.), riches en orthose et en microcline, ont une composition qui les rapproche du granite ; on les trouve, le plus souvent, au milieu de cette dernière roche ou dans les sédiments avoisinants, non loin du contact. Comme le granite lui-même, elles ont fourni matière à des travaux antérieurs.

Les secondes, au contraire, quoique très abondamment répandues dans certains points de la chaîne, ont été le plus souvent négligées par les auteurs. Elles sont dépourvues de feldspath alcalin ou n'en contiennent qu'en très faible proportion; moins acides que les précédentes, elles sont riches en amphibole et en pyroxène ([1]) et possèdent souvent une allure plus ou moins microlitique. Leur teinte plus foncée permet immédiatement de les distinguer sur le terrain des premières; à leur inverse, elles sont aussi bien répandues dans le granite que dans toute l'étendue des terrains anciens. Ce sont ces *roches filoniennes paléozoïques non granitiques* qui formeront le sujet de notre étude ([2]).

([1]) Disons de suite que ce ne sont cependant pas des lamprophyres.

([2]) Pour être complets dans notre énumération des roches éruptives des Pyrénées, citons encore les roches suivantes qui n'ont qu'une extension excessivement restreinte.

Au Pic du Midi d'Ossau et dans sa région, on observe au milieu des terrains anciens de petits massifs d'une roche très altérée, dont il est difficile par suite de préciser la nature. L'examen d'une série de plaques minces, provenant pour la plus grande partie de la collection de M. A. Bresson, tend à nous faire supposer que nous nous trouvons en présence d'une *série dacitique*. Nous ne sommes pas éloignés de voir en ce point quelque chose d'équivalent aux roches laccolitiques de l'Esterel (Var) ou des Henry Mountains et West Elk Mountains (États-Unis).

Mentionnons que quelques auteurs attribuent un âge non paléozoïque à certains lambeaux de granite contenus dans le secondaire et le tertiaire.

Ajoutons enfin que plusieurs roches d'âge tertiaire existent en pointements

§ 2. — *Travaux antérieurs sur le sujet.*

Si, comme nous venons de le dire, les géologues n'ont jusqu'ici accordé qu'une attention restreinte à ces roches, leur existence cependant ne leur a pas échappé ; à travers les descriptions des Pasumot, des Palassou, des Ramond, etc., il est en effet généralement facile de les reconnaître.

Il n'est pas dans notre intention de signaler toutes les publications dans les lignes desquelles nous avons cru retrouver les roches qui nous occupent. Une telle énumération serait fastidieuse : elle serait aussi oiseuse à cause de l'extrême brièveté avec laquelle les auteurs ont touché à la question et de la confusion qu'ils ont souvent faite entre ces roches et les roches d'autres séries pyrénéennes, en particulier les ophites.

Nous renvoyons à l'ouvrage de M. L. Carez le lecteur désireux de connaître la bibliographie complète de ce qui a été écrit sur ces roches (1). Nous ne rappellerons que les travaux publiés dans ces dernière années. Nous le ferons en quelques mots ; aussi bien leurs auteurs ne leur ont-ils généralement attribué dans leurs ouvrages qu'une place toute restreinte. Dans ces courtes analyses nous avons conservé aux roches les noms qui leur ont été attribués par chaque auteur ; nous nous réservons, si besoin est, d'en discuter plus tard la dénomination.

---

peu étendus ou en filons dans le crétacé. Ce sont d'une part des *diabases ophitiques* et des *andésites* et, d'autre part, des *syénites néphéliniques* (Pouzac) et des *monzonites néphéliniques* passant à une *diabase labradorique amphibolique*.

(1) L. Carez, *La Géologie des Pyrénées françaises*, fasc. I, 1903 ; fasc. II, 1904, Paris. Dans ce dernier fascicule, *voir* Chapitre III (roches éruptives et minéraux), § II (ophite et lherzolite), en particulier les analyses des auteurs suivants : Dieulafait, p. 1020 ; Virlet d'Aoust, p. 1020 ; Garrigou, p. 1022 ; C. L. Frossard, p. 1022 et 1040 ; Magnan, p. 1023 ; M. A. Michel Lévy, p. 1024 ; E. Frossard, p. 1039.

M. J. Caralp (1) a signalé deux filonnets d'ophite dans les roches granitiques des environs de Saint-Girons (Ariège).

M. Beaugey (2) a étudié des filons de diorites, de diabases et de porphyrites dans les environs de Cauterets, au milieu du granite et des schistes dévoniens (3).

M. Stuart-Menteath (4) a signalé dans le paléozoïque des Pyrénées l'abondance de filons de roches qu'il attribue à l'ophite.

M. A. Lacroix a décrit deux porphyrites à facies lamprophyrique, filoniennes, de natures très différentes du reste; l'une dans le granite du col de la Couillade en Suc (massif du Pic des Trois-Seigneurs, Ariège), l'autre dans le granite des Gourgs Blancs (Hautes-Pyrénées) (5); dans cette dernière région il a signalé aussi une porphyrite variolitique (6). En outre M. A. Lacroix a cité les nombreux filons de roches microlitiques (andésites et labradorites) qui parcourent les massifs de Néouvielle et du Pic du Midi de Bigorre (Hautes-Pyrénées) (7) et a opposé leur grande diffusion en certains

(1) *Études géologiques sur les hauts massifs des Pyrénées centrales* (*Haute-Ariège, Haute-Garonne, Val d'Aran*); p. 510; Toulouse, 1888.

(2) *Étude sur les sources minérales de Cauterets* (extrait des *Annales des Mines*, p. 12 et 13; Paris, 1892).

(3) Plus récemment M. A. Bresson a attribué quelques-uns de ces sédiments au carbonifère.

(4) *Voir* en particulier : *Sur l'âge du granite des Pyrénées occidentales* (*Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, t. XX, p. 345-349; Paris, 1893); *Sur les ophites des Pyrénées occidentales* (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. CXVIII, p. 32-35; Paris, 1894.)

(5) *Minéralogie de la France et de ses colonies*, t. I, p. 676; Paris, 1893-1894.

(6) *Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact;* deuxième mémoire (*Bulletin des services de la Carte géologique de la France*, p. 43; Paris, 1900).

(7) *Minéralogie de la France*, etc.; t. I, p. 682; t. II, p. 691. *Les Pyrénées* (*roches cristallines*) (Extrait du livret-guide publié par le Comité d'organisation du VIIIe Congrès géologique international), p. 31; Paris, 1900.

points de la chaîne à leur absence presque totale d'autres régions (1).

M. H. Rosenbusch, dans sa *Mikroskopische Physiographie der Massigen Gesteine* (2), a parlé d'une roche de la vallée du Lys (Haute-Garonne) qu'il a rangée dans ses « Dioritporphyrit » et rapprochée de la « Vintlit » du Tyrol.

M. A. Bresson a constaté le grand nombre de porphyrites, diabases labradoriques et labradorites qui se rencontrent sur la feuille de Luz de la carte au $\frac{1}{80000}$ (3); il a montré leur extension dans le massif granitique de Cauterets (4) et dans ceux de Néouvielle (5), et de Gavarnie, Gèdre et Héas (6), ainsi que l'action du dynamométamorphisme sur leurs filons (7).

Enfin ajoutons que nous avons nous-même étudié quelques andésites augitiques passant à la diabase et provenant des environs du Pic d'Arbizon (8).

§ 3. — *Particularités du sujet.*

Plusieurs raisons peuvent être données pour expliquer le peu d'attention accordé jusqu'ici à ces roches filoniennes paléozoïques non granitiques.

---

(1) *Le granite des Pyrénées*, etc. (2e mémoire), p. 63.

(2) Vol. II, 4e édition, p. 562; Stuttgart, 1907.

(3) *Études sur les formations anciennes des Hautes et Basses-Pyrénées* (*haute chaîne*) (*Bulletin des services de la Carte géologique de la France*, p. 173; Paris, 1903).

(4) *Id.*, p. 144.

(5) *Id.*, p. 151.

(6) *Id.*, p. 161.

(7) *Id.*, p. 199.

(8) *Les roches filoniennes basiques de la région de l'Arbizon* (*Hautes-Pyrénées*) (*Bulletin de la Société française de Minéralogie*, 1904, p. 87, Paris).

La première consiste en ce que les géologues ont commencé par étudier les parties les moins accidentées de la région. C'est surtout dans ces dernières années que les recherches de détail ont attaqué les hautes chaînes, spécialement dans les Hautes-Pyrénées, où nos roches abondent. De plus, ces recherches, ainsi que la plus grande partie de celles effectuées dans les Pyrénées, ont été faites surtout par des stratigraphes et des paléontologistes qui, récoltant par ailleurs une abondante moisson de faits intéressants, ne se sont que peu préoccupés des roches éruptives.

Cette raison n'est cependant pas la principale. La plus importante réside dans l'état de décomposition très avancée de la plupart des échantillons observés.

Sur le terrain on recueille le plus souvent des roches très altérées, où l'œil, au milieu d'une pâte verdâtre, ne distingue que rarement quelques cristaux eux-mêmes déchiquetés et décomposés. On conçoit que dans ces conditions les anciens géologues, avec leurs moyens d'observation limités à la loupe, n'aient pu faire autre chose que de les dénommer confusément, les confondant entre elles ou les attribuant même à d'autres groupes auxquels elles sont complètement étrangères. En particulier, même dans ces derniers temps, et nous l'avons fait remarquer plus haut, une partie de ces roches a été assimilée aux ophites; nous nous efforcerons, dans les pages qui suivent, de démontrer que ces roches filoniennes peuvent s'en distinguer par plusieurs caractères.

Aujourd'hui que les méthodes micrographiques nous fournissent un instrument d'investigation d'une acuité incomparable, cette étude d'ensemble peut être abordée avec l'espoir de plus de fruit.

L'examen microscopique des préparations des roches recueillies n'est cependant pas, au premier abord, encoura-

geant. Le nombre des échantillons relativement frais est encore plus faible que celui que laissait espérer l'examen microscopique; la plupart des plaques minces sont parsemées de produits de décomposition.

L'étude d'une telle série démontre, s'il en était besoin encore, cette vérité qu'il ne faut pas essayer de dénommer et de classer une roche sur le vu d'un seul échantillon ou d'une seule coupe mince. On serait ainsi amené souvent à ranger, dans des divisions très séparées, deux de nos échantillons d'une même roche recueillis dans un même filon à quelques mètres l'un de l'autre, le premier relativement frais, le second très décomposé. Raison de plus quand les deux échantillons que l'on récolte ainsi sont tous deux complètement pourris. Mais l'examen d'un grand nombre d'échantillons intermédiaires permet alors, dans ce dernier cas, de rapprocher notre roche de tel ou tel de nos types. Il est bien entendu que nous ne voulons pas parler ici de la différence de cristallinité qui s'établit souvent entre le centre et le bord d'un filon et qui vient encore compliquer le problème.

Quoi qu'il en soit de l'état de fraîcheur de ces roches, nous les avons fait soumettre à l'analyse chimique ([1]). Les spécimens analysés ont été choisis parmi plusieurs centaines, déjà sélectionnés. Malgré cela, l'étude optique de quelques-uns montre que leur décomposition est assez avancée. Dans chaque cas, la perte au feu et la teneur en acide carbonique nous donneront une notion du degré d'altération de la roche.

Nous estimons que, même dans ces conditions défavorables, il vaut mieux se servir avec discernement des renseignements de l'analyse chimique que de se priver absolument des ressources de sa précieuse lumière.

([1]) Toutes nos analyses ont été effectuées par M. Pisani.

§ 4. — *Plan de ce travail.*

Avant de pénétrer dans le vif de notre sujet, exposons brièvement le plan de notre travail.

Dans les quelques pages qui suivent, nous examinerons d'abord nos roches en tant que masses géologiques. Nous étudierons leur mode de gisement en général, leurs relations entre elles et avec les assises qui les contiennent, leur âge, leur influence sur la topographie, etc.

Nous entreprendrons ensuite l'étude pétrographique de nos matériaux. Il n'est pas dans notre intention de prendre un à un chacun de nos échantillons et de le décrire à part; une telle besogne serait ingrate et peu fertile. Nous avons préféré rapporter nos roches à un certain nombre de types, que nous avons choisis parmi les plus répandus et les mieux caractérisés. Autour de ces types nous grouperons nos échantillons, en déterminant dans chaque cas ce qui distingue l'échantillon considéré du type établi, l'en rapproche ou l'en éloigne.

Ces types, nous les avons définis par leur composition minéralogique. Toutes nos roches possèdent, plus ou moins distinctement il est vrai, deux temps de consolidation. Elles sont composées de phénocristaux, formés en profondeur, et d'une pâte formée pendant l'ascension du magma.

Leurs éléments essentiels caractéristiques, ceux qui donnent leur physionomie propre à ces roches, sont au nombre de trois seulement. Ce sont : feldspath calcosodique, hornblende et augite.

Au premier temps, ces trois minéraux présentent des associations plus variées que dans le deuxième temps ; c'est, par suite, d'après la composition minéralogique du premier

temps que nous avons établi nos types, que nous indiquons ci-dessous par un Tableau :

Hornblende seule..................	Type Riou-Maou
Hornblende + plagioclase..........	Type Vallée du Lys
Augite + plagioclase...............	Type Lac Bleu Type Arbizon
Hornblende + augite + plagioclase..	Type Piquette deras Lids

Dans les deux premiers types la pâte est formée de plagioclase et de hornblende, tandis que dans les trois derniers la hornblende est remplacée par de l'augite.

Ces cinq divisions ne sont naturellement pas absolues, et nous avons observé la plupart des termes de passage des unes aux autres.

Le gros bataillon de nos roches est formé par les types Lac Bleu-Arbizon, que nous avons jugé nécessaire de distinguer, surtout à cause d'une question de structure.

Nous consacrerons un Chapitre à chacun de ces cinq types. Dans un paragraphe supplémentaire du Chapitre consacré au type Piquette deras Lids, nous ajouterons la description des quelques rares roches que nous n'avons pu faire rentrer dans les types précédents.

Dans un Chapitre suivant, nous aborderons l'étude chimique de l'ensemble. de nos roches. Nous chercherons à déterminer les relations qui les relient soit entre elles, soit avec les autres roches éruptives des Pyrénées. Dans ce but, nous ferons un large usage de la nouvelle classification américaine quantitative ; nous userons d'elle, non pas en tant que classification elle-même, mais comme d'un outil, d'un réactif particulièrement précieux pour mettre en lumière les caractères chimiques des roches.

Dans un dernier Chapitre, nous indiquerons brièvement

les raisons qui nous ont fait adopter dans notre travail la classification pétrographique française. Enfin, eu égard à la grande place occupée dans la Science par les Ouvrages de M. H. Rosenbusch, nous chercherons à fixer la position de ces roches dans sa systématique.

CHAPITRE II.

GÉOLOGIE.

§ 1. — *Mode de gisement de nos roches.*

Les roches que nous étudions dans ce Mémoire ne sont connues ni en massifs, ni en coulées; elles sont exclusivement filoniennes, c'est là un caractère sur lequel il est nécessaire d'insister.

Nombre d'auteurs, nous l'avons dit plus haut, ont en effet confondu dans une désignation commune une partie d'entre elles avec les ophites ; cependant les ophites pyrénéennes typiques, pour lesquelles ce terme d'ophite a été créé, se trouvent au milieu des terrains secondaires et, à notre connaissance, elles n'y existent jamais à l'état de filons. Leurs caractéristiques structurelles et minéralogiques sont elles aussi très différentes, nous nous efforcerons de le démontrer dans un des Chapitres suivants. Il y a par suite une double raison de les distinguer les unes des autres.

De ce que nous ne connaissons pas de coulées de nos roches il ne s'ensuit pas que l'on doive nier leur venue au jour. Certains filons sont bien microlitiques et très vitreux sur toute leur épaisseur et de plus leurs éléments s'alignent dans une direction très nette de fluidalité; on pourrait par suite croire qu'ils représentent un « moment » de la roche voisin de son épanchement. Mais à peu de distance, dans un filon de même puissance, au milieu des mêmes masses englobantes on constate que la cristallinité est presque totale et la structure diabasique. Ajoutons qu'il existe des filons où cette dernière structure est très nette au centre et la structure

microlitique très franche sur les bords, avec, entre les deux, tous les passages graduels.

Il est donc bien difficile de déduire quelque chose de net de phénomènes aussi opposés; sans les expliquer plus parfaitement, nous croyons que, dans chaque cas particulier, il faut en rechercher la raison dans le mode d'ascension plus ou moins lent ou rapide du magma.

~~Notons que l'on constate parfois, quoique très rarement, l'existence de tufs; M. A. Bresson en a signalé un affleurement très réduit à la ferme du Stand sur le chemin du Col de Riou (Hautes-Pyrénées) (1). Pour ma part, je n'en ai vu aucun dans les beaux champs de filon que j'ai étudiés.~~

La présence de ce tuf implique presque nécessairement la présence de coulées qui, selon toutes probabilités, ont été enlevées par l'érosion, puisqu'on ne les constate nulle part.

§ 2. — *Terrains traversés.*

Nos roches se rencontrent dans les terrains anciens et dans le granite. Leurs filons y ont des épaisseurs variant de quelques centimètres à une dizaine de mètres ; ces nombres sont des limites extrêmes et en moyenne l'épaisseur oscille entre $0^{m},50$ et 2^{m}.

Quand la topographie le permet on peut facilement les suivre de l'œil dans le granite ; leur couleur foncée se détache en effet assez nettement sur lui.

Dans les schistes, la distinction est beaucoup plus difficile ; il est parfois nécessaire de briser la roche éruptive et de regarder une cassure fraîche pour ne pas la confondre avec

(1) *Loc. cit.*, p. 15.

le terrain encaissant. La roche filonienne, en effet, sous l'influence des agents atmosphériques, se sépare en petits parallélépipèdes ; les surfaces extérieures de ces solides s'oxydant à l'air ressemblent aux plans de schistosité rubéfiés des schistes. Cette particularité explique que ces filons y sont souvent passés inaperçus.

Dans les calcaires, ces roches se présentent aussi en filons très nets ; cependant, ainsi que nous le verrons plus loin, c'est dans ces sédiments que, par suite du dynamométamorphisme, nous avons surtout constaté le déchiquettement des filons.

Nos filons se rencontrent dans le silurien, le dévonien et le carbonifère ainsi que dans le granite qui est d'âge postdinantien. On possède ainsi une notion précise de leur âge inférieur.

Il est plus difficile de leur attribuer un âge supérieur. On ne les a pas, en effet, rencontrés jusqu'ici en galets dans le permien ([1]).

Cependant, comme ces filons ne sont nulle part connus en dehors des terrains anciens, nous avons adopté pour titre de notre travail : « Les roches filoniennes paléozoïques non granitiques des Pyrénées ». Il était nécessaire de légitimer cette épithète « paléozoïque » qui veut donner une notion de l'âge de nos roches, mais qui veut surtout indiquer qu'elles se rencontrent exclusivement dans les terrains primaires.

Ces filons possèdent des directions généralement quelconques, si l'on considère l'étendue de la totalité de la chaîne. Toutefois, dans la plupart des champs de filons, ils adoptent des directions sensiblement parallèles. Plus loin, dans le Chapitre V, nous indiquons le détail de la disposition de ces filons dans les environs du Lac Bleu de Bigorre.

([1]) D'après M. A. Bresson, *in litteris*.

Le plus souvent on trouve indifféremment les filons au milieu des grands massifs granitiques et dans leur auréole de sédiments (¹). Il est difficile d'établir une différence dans leur quantité relative dans ces divers terrains où ils se présentent le plus souvent en groupes.

Par contre il y a une très grande variété dans la répartition de ces filons dans les diverses parties de la chaîne.

Ils sont presque complètement absents dans les massifs granitiques des Pyrénées-Orientales, de l'Aude et de l'Ariège et dans leur ceinture sédimentaire; ils abondent au contraire dans les Hautes-Pyrénées et dans l'est des Basses-Pyrénées. C'est un fait que nous nous bornons à constater sans en pouvoir donner une explication plausible.

§ 3. — *Influence des actions orogéniques.*

Les filons de nos roches portent parfois l'empreinte des actions dynamiques qui se sont exercées sur les terrains qui les contiennent.

En de nombreux endroits, on constate qu'ils ont été tordus par les efforts de plissement; on peut en voir des exemples dans le massif du Vignemale, sur le front du grand glacier et sur la crête du Montferrat (²).

Dans le massif du Pic du Midi de Bigorre, nous avons observé dans le calcaire des filons interrompus de distance en distance par étirement. On constate très nettement ce phénomène sur la rive ouest du lac Bleu, non loin des cabanes de Bareilles. L'exemple le plus typique est celui que nous avons trouvé au sommet du Pic du Midi, sur la crête, à 200^{m}

(¹) Nous verrons qu'il y a une exception pour le petit massif du Pic du Midi de Bigorre, où le granite ne renferme pas ces roches filoniennes.

(²) *Voir* A. Bresson, *loc. cit.*, p. 199.

à l'est de l'Observatoire ; un filon d'une puissance de $0^m,10$ à $0^m,60$ suivant les points se trouve au milieu des calcaires à minéraux. Le filon ne se manifeste que par des lentilles égrenées les unes des autres de 30^m en 30^m en général ; sur la surface du sol chacune de ces lentilles ne présente pas une superficie de plus de 2^{dm^2} à 3^{dm^2}. On reconnaît cependant très facilement le filon à sa couleur vert foncé qui tranche violemment au milieu de la roche englobante, très claire et très fraîche à cause de la haute altitude.

§ 4. — *Influence sur les formes du terrain.*

Les filons de ces roches, à cause de leur dureté et de leur imperméabilité, peuvent avoir une influence sur le mode du terrain.

Cependant ces influences ne se remarquent que rarement. D'habitude les filons sont désagrégés par les agents extérieurs en même temps que la roche voisine et il n'y a pas entre la roche sédimentaire et la roche éruptive de solution de continuité.

Toutefois dans la vallée du gave de Pau entre Luz et Pierrefitte, au-dessus du petit village de Chèze, non loin de Camparnas, on remarque un champ de filons, sensiblement parallèles au flanc de la montagne, présentant une direction d'environ 110° Est et un plongement presque vertical ; ces filons se trouvent dans les schistes gothlandiens facilement délitables. Par érosion, le sédiment qui recouvrait le côté du filon opposé à la montagne a été enlevé ; il ne reste plus maintenant que d'énormes gradins présentant parfois 2^m à 3^m de hauteur et déterminant de petites cascades au passage des ruisseaux.

De l'autre côté du gave, non loin de là, un peu au-dessous

de Viscos, le phénomène est encore plus net. Les deux salbandes du filon presque vertical ont été enlevées par érosion ; il ne subsiste plus qu'un mur de 4^m à 5^m de hauteur et d'une épaisseur de $0^m,60$ comparable aux dykes des anciennes régions volcaniques.

Enfin ces filons jouent parfois le rôle de niveau imperméable et les eaux souterraines sourdent à leur contact avec le terrain perméable. Cette constatation est particulièrement utile pour l'étude du régime des eaux thermales et des travaux à entreprendre pour leur aménagement.

M. Beaugey [1] en a cité des exemples dans la région de Cauterets ; les sources de César, du Pré et des Œufs ont leur griffon au contact de la roche éruptive.

---

[1] *Loc. cit.*, p. 19.

CHAPITRE III.

TYPE RIOU-MAOU.

§ 1. — *Généralités.*

Cette roche est une *labradorite amphibolique à hornblende;* nous en prendrons le type dans un filon qui traverse la carrière de Riou-Maou, dans les Hautes-Pyrénées.

Cette carrière, appelée aussi carrière du Pas de l'Echelle, est située aux environs de Luz et de Saint-Sauveur; elle se trouve sur le bord gauche de la route de Pierrefitte à Gavarnie, à quelques centaines de mètres après le pont Napoléon. Les calcaires blancs et les schistes noirs et très durs qui la constituent appartiennent, d'après M. A. Bresson, au dinantien. Ils succèdent aux schistes et quartzites à calamites, aux schistes et calcaires de Saint-Sauveur et de Cambasque et aux lydiennes à nodules phosphatés qui forment la base du carbonifère (¹).

Depuis longtemps cette carrière est célèbre dans les annales de la Minéralogie. Dès le XVIIIe siècle, Picot de Lapeyrouse, Dietrich et plus récemment Charpentier y ont signalé la présence de nombreux minéraux (graphite, nickelite, chloanthite, cobaltite, pyrite, heulandite, chabasie, laumontite, stilbite (²).

Ces auteurs, et ceux qui à leur suite ont parlé de la région, ont complètement passé sous silence la roche qui nous occupe. A cause de sa position bien en évidence dans la

---

(¹) *Voir* A. BRESSON, *loc. cit.*, p. 95 et suivantes.

(²) *Voir* A. LACROIX, *Minéralogie de la France et de ses Colonies,* t. II, p. 291, 295, 360, 557, 634, 635, etc.

carrière elle ne saurait cependant avoir échappé à leur attention. Nous en avons trouvé en effet de nombreux échantillons dans les collections Philippe et Jaubert, recueillies dans la première moitié du siècle dernier et qui appartiennent actuellement au Muséum d'Histoire naturelle.

Nous avons observé cette roche dans la partie sud de la carrière, à quelques mètres de la route de Gavarnie; elle forme, au milieu des schistes noirs, un filon de $0^{m},50$ de puissance sensiblement dirigé Est-Ouest et d'une inclinaison voisine de la verticale.

Quelques échantillons de la collection Jaubert proviennent de la « pointe ouest du pic de Bergons ». A cause de la proximité de ces deux localités, de la similitude de leurs conditions géologiques et de l'identité des échantillons examinés, nous avons réuni les roches de ces deux gisements dans une même description.

§ 2. — *Description.*

A l'œil nu, la roche du Riou-Maou est caractérisée par la présence de nombreuses petites aiguilles de hornblende, noires et brillantes, au milieu d'une pâte gris terne, mouchetée seulement de-ci de-là de fines piqûres de pyrite; sur certains échantillons on aperçoit en outre des taches d'un blanc grisâtre que nous verrons être formées par des minéraux de décomposition.

A. *Description microscopique.* — Au microscope la roche présente deux temps de consolidation très distincts. Les phénocristaux sont uniquement constitués par de la hornblende à formes géométriques; ils sont englobés par des microlites de ce même minéral et par des microlites plus petits, fili-

formes, d'un feldspath plagioclase basique accompagné d'un verre plus ou moins abondant (voir *fig.* 1, pl. II).

La pyrite, en fines mouches, constitue le seul élément essentiel non caractéristique de la roche; elle ne manque dans aucun des échantillons.

Comme élément accidentel, il n'existe que de petites paillettes de biotite.

Les minéraux de décomposition sont, par contre, fort nombreux : quartz, trémolite, muscovite, zoïsite, chlorite, etc.

B. *Structure.* — La roche est donc hypocristalline, porphyrique et sa pâte présente la structure microlitique. Celle-ci n'est pas toujours facilement reconnaissable, car la plupart des échantillons sont très décomposés. Le quartz secondaire est en particulier répandu en très grande abondance; pénétrant entre les interstices des minéraux primaires et, par substitution, prenant parfois la place du verre fortement altéré, ce quartz masque l'état microlitique des minéraux du second temps et donne faussement à la roche un aspect microgrenu.

Cependant, quelques échantillons, particulièrement frais, permettent de constater sans ambiguïté la présence de microlites. C'est surtout dans ceux provenant des bords du filon qu'il est facile d'établir l'existence de cette structure; les minéraux de la pâte y sont, en effet, beaucoup plus petits que ceux recueillis dans la partie centrale. Il est naturel d'attribuer cette différence de grosseur des éléments à l'influence refroidissante de la paroi qui n'a pas permis le développement des cristaux.

C. *Caractères.* — La caractéristique la plus nette de notre roche réside en ce que c'est la hornblende qui constitue

exclusivement les cristaux du premier temps; sauf dans des échantillons exceptionnels, nous n'y avons pas constaté la présence de phénocristaux de feldspath ou d'un autre minéral. Ce caractère permet, même à l'œil nu, de séparer ce type de la plupart des autres roches des Pyrénées. La pâte contient cependant en abondance un feldspath plagioclase basique; toutefois dans ce deuxième temps coexistent des microlites de hornblende presque aussi nombreux.

Certains échantillons sont particulièrement riches en hornblende du premier et du deuxième temps; ils ne semblent pas obéir à une répartition régulièrement ordonnée dans le filon. Ils nous fournissent un terme de passage aux roches lamprophyriques qui, très nombreuses dans le massif central de la France, manquent presque totalement dans la région des Pyrénées. Dans les pages qui suivent nous aurons à revenir sur les roches lamprophyriques; les autres types de nos roches filoniennes nous fourniront avec elles d'autres termes de passage.

D'après ce que nous venons de voir et en appliquant les principes de la classification française, nous ferons de notre roche une *labradorite amphibolique à hornblende, mésocrate.*

D. *Minéraux constituants.* — Examinons maintenant les caractères des différents minéraux constituants.

La hornblende du premier temps se présente en très nombreux cristaux automorphes, à formes géométriques très nettes. Elle est constituée par de longues baguettes allongées parallèlement à $mm(110)(\bar{1}10)$ et souvent groupées entre elles parallèlement à cette même droite. Ces aiguilles atteignent une longueur de 5^{mm} à 10^{mm} et une largeur de $0^{mm},5$ à 1^{mm}; elles ne sont pas brisées, ce qui montre que la roche n'a pas subi de déformations mécaniques intenses.

La macle la plus fréquente est celle suivant $h^1(100)$ qui

groupe ensemble deux ou trois individus; on rencontre parfois la macle suivant o^1(101).

Sur les sections perpendiculaires à mm(110)(1$\bar{1}$0), les clivages sont très nets; on peut y constater la présence des faces m(110), h^1(100), g^1(010); par contre les cristaux ne sont jamais terminés suivant leur direction d'allongement.

En lumière naturelle la hornblende est d'une couleur variant du jaune brun au jaune pâle presque incolore. Sur les bords ou bien au centre des cristaux se trouvent des parties différemment teintées qui, en outre, n'agissent pas sur la lumière polarisée de la même façon que le reste du minéral; la biréfringence en est augmentée ou diminuée suivant les cas. Cette variation dans les propriétés optiques est très probablement due à des différences dans la composition chimique du minéral; selon toute vraisemblance et d'après les expériences de M. Schneider et celles de M. Bélowsky, les parties vertes doivent être moins riches en Fe^2O^3 que les parties de couleur jaune brun.

Le pléochroïsme assez intense affecte les teintes suivantes :

n_g = jaune brun, n_m = jaune paille, n_p = jaune pâle,

avec l'absorption

$$n_g > n_m > n_p.$$

Dans les facules :

n_g = vert pâle, n_m = jaune pâle, n_p = jaune pâle.

Enfin, dans la face g^1(010), n_g fait avec l'arête mm(110)(1$\bar{1}$0) un angle de 20°.

Cette hornblende se trouve dans un état de très grande fraîcheur ; à peine de-ci de-là peut-on y apercevoir quelques fines taches d'épidote.

La hornblende du deuxième temps possède les mêmes ca-

ractères que la précédente ; elle forme des microlites allongés parallèlement à $mm(110)(1\bar{1}0)$. Quoique très abondants, ces cristaux ne sont jamais enchevêtrés entre eux et avec les feldspaths qui constituent le reste des minéraux de la pâte ; leur ensemble forme une sorte de feutrage à fibres grossièrement parallèles et dont la direction semble obéir à un certain sens de fluidalité.

Les microlites feldspathiques sont plus petits que les précédents ; ils sont filiformes, allongés parallèlement à $pg^1(001)(010)$; c'est l'élément dominant du deuxième temps. Le plus souvent ces feldspaths sont très décomposés, et ce n'est qu'aux très forts grossissements qu'on peut y apercevoir des indices de la macle de Carlsbad, de celle de l'albite et de celle du péricline. On ne peut y déterminer que rarement des angles d'extinction.

Cependant, un échantillon nous a présenté les deux premières macles dans une section voisine de la zone de symétrie perpendiculaire à $g^1(010)$ (1). C'est une bytownite à 75 pour 100 d'anorthite. Quelques autres sections de la même zone nous ont donné des angles d'extinction ayant un maximum de 33 pour 100, ce qui vérifie la première détermination.

§ 3. — *Composition chimique.*

Dans ce paragraphe nous envisagerons la composition chimique de nos roches et les comparerons à des roches de composition chimique connue ou à des types décrits par différents auteurs.

Nous indiquons ci-dessous les analyses de :

---

(1) $a = 24°$, $a' = 28°$, $b = 40°$, $b' = ?$.

a. Labradorite amphibolique à hornblende, de Riou-Maou (par M. Pisani);

b. *Dioritporphyr*, Suldenferner, Ortler (¹);

c. *Ortlerit*, Hintere Gratspitze, Ortler (²).

	SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	H^2O.	TiO^2.	P^2O^5.	SOMME.
a...	56,51	17,90	0,08	5,72	5,58	8,64	2,72	0,82	0,50	0,86	0,15	99,48
b...	57,82	18,00	2,15	3,47	3,16	11,90	2,34	0,97	1,03	»	»	100,84
c...	48,95	14,80	8,42	10,23	2,08	7,40	3,23	2,97	1,76	»	»	99,84

Chimiquement, notre roche de Riou-Maou est très proche du *dioritporphyr* du Suldenferner; elle en diffère seulement par une richesse moindre en chaux et une abondance plus grande de magnésie. Cette teneur assez élevée en magnésie que nous constatons ici, nous la remarquerons dans toute la suite de notre série pyrénéenne; elle en sera une des caractéristiques les plus nettes. Minéralogiquement et structurellement, ces roches *a* et *b* sont assez éloignées l'une de l'autre; en effet, dans la roche tyrolienne le premier temps est feldspathique, tandis que le deuxième temps est grenu avec prédominance sur l'amphibole de ce dernier minéral.

Par contre, l'*ortlerit* de l'Hintere Gratspitze, dont M. von John a bien voulu nous communiquer un échantillon, est par sa composition minéralogique assez voisine de notre type; elle en diffère très sensiblement par la composition chimique qui est beaucoup moins acide et que nous donnons seulement pour mémoire. Le premier temps est presque uniquement

(¹) G. Stache u. C. von John, *Das Cevedale-Gebiet als Hauptidstrict alterer dioritischer Porphyrite* (*Palæophyrite*), p. 341 (*Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanstalt*, Vienne, 1879).

(²) *Id.*, p. 362.

composé par de la hornblende assez abondante; mais le deuxième temps est beaucoup plus feldspathique que dans la roche du Riou-Maou.

Parmi les autres roches de l'Ortler qui nous ont été envoyées par M. von John, c'est la *Nadelsuldenit* du Soy-Joch qui possède le plus d'affinités avec le type du Riou-Maou; nous n'en possédons malheureusement pas d'analyse. Quoique au premier temps les cristaux de hornblende y soient sensiblement plus abondants que dans la suldenite, MM. Stache et von John [1] la considèrent comme une forme dérivée de cette dernière par absence de quartz. Pour nous, elle représente plutôt un terme de passage à la famille lamprophyrique.

Notre roche de Riou-Maou, nous la considérerons aussi comme un type de transition aux lamprophyres presque totalement absents des Pyrénées, comme nous l'avons dit, tandis qu'ils abondent dans le Massif Central.

La roche avec laquelle minéralogiquement la nôtre est la plus voisine est une *dioritporphyrit* de Weisseinstein (Fichtelgebirge), dont nous possédons un échantillon sans en connaître la composition chimique.

§ 4. — *Autres gisements dans les Pyrénées.*

Nous rattachons au type Riou-Maou une roche recueillie par M. A. Lacroix; elle se trouve en filons dans le *cirque de Lizet* aux environs de Cauterets. Les phénocristaux de hornblende sont plus nombreux, plus colorés que ceux examinés précédemment; ils sont ourlés d'une bordure plus brunâtre que le reste du minéral. Nous n'avons observé cette diffé-

---

[1] *Loc. cit.*, p. 397.

rence de coloration dans aucune autre des roches pyrénéennes dont nous nous occupons dans ce travail; par contre, nous l'avons constatée dans plusieurs roches similaires, en particulier dans la dioritporphyrite de *Weissenstein* (*Fichtelgebirge*) et dans la nadelsuldenite de *Soy-Joch*, dont nous venons de parler. Le deuxième temps est formé de hornblende et de plagioclase; ce dernier est complètement décomposé et son acidité est, par suite, impossible à apprécier.

M. Maurice Gourdon nous a communiqué une roche provenant du *port de la Pahul* (*Val d'Aran*) qui est une andésite amphibolique à hornblende ne contenant au deuxième temps que très peu de métasilicate; ce deuxième temps est presque exclusivement formé par de très nombreux et très fins microlites feldspathiques allongés et disposés à peu près parallèlement; ce sont des microlites d'oligoclase s'éteignant en long. Le peu de hornblende qui l'accompagne est pseudomorphosé en une épidote très biréfringente. La hornblende du premier temps, en nombreux cristaux à formes géométriques, est elle-même presque complètement décomposée en la même épidote et plus rarement en chlorite.

Cette roche est bien moins basique que celle de Riou-Maou que nous avons vu être une labradorite. En plus, elle est beaucoup moins riche qu'elle en hornblende du deuxième temps; mais, quoique ainsi beaucoup moins leucocrate, nous n'hésitons pas à la ranger dans ce groupe à cause de l'abondance de la hornblende comme phénocristal.

Nous rapprochons de même du type Riou-Maou une roche qui forme des filons non loin de Barèges dans le massif granitique de Néouvielle, dans la *vallée d'Aygue-Cluse* et dans le voisinage des *lacs de Caderolles*. Au premier temps, il ne nous est possible de placer que quelques très rares cristaux de hornblende, à peine plus gros que ceux de la pâte; par contre, le deuxième temps possède une structure absolument com-

parable à celle de la roche de Riou-Maou et est très riche en amphibole. Bien que le feldspath soit très décomposé, nous croyons devoir, à cause de ses petits angles d'extinction, l'attribuer à un feldspath acide. Ces roches, par leur richesse en silicate ferromagnésien (andésites amphiboliques mélanocrates), nous fournissent un nouveau stade intermédiaire entre notre labradorite amphibolique à hornblende mésocrate (roche type) et les roches lamprophyriques franches.

CHAPITRE IV.

TYPE VALLÉE DU LYS.

§ 1. — *Généralités.*

Notre roche est une *microdiorite à labrador et hornblende.*

Pendant longtemps cette roche de la vallée du Lys, aux environs de Bagnères-de-Luchon, dans la Haute-Garonne, qui figure dans nombre de collections pétrographiques, n'a été connue qu'à l'état de blocs roulés dans le lit de la rivière. Ce n'est que depuis peu qu'elle a été trouvée en place (1).

Elle a été décrite par M. Rosenbusch sous le nom de *vintlit* (hornblendedioritporphyrit) (2).

Comme le type étudié dans le Chapitre précédent, celui-ci est très peu répandu dans les Pyrénées. D'après nos recherches personnelles et les collections qui nous ont été communiquées, nous croyons son extension géographique bornée au département de la Haute-Garonne et aux parties limitrophes de l'Espagne.

Le filon qui, dans la vallée du Lys, constitue le gisement de

---

(1) J'avais essayé, il y a quelques années, de découvrir son gisement sur le flanc gauche de la vallée d'où les blocs semblent provenir. Mes recherches avaient été vaines à cause de l'état de la végétation qui recouvre partout le terrain d'un manteau continu.

En octobre 1904, l'administration forestière fit établir un sentier dans cette région de la montagne; les travaux effectués ayant mis à nu le sol, M. Raphaël Angusto père, le guide de Bagnères-de-Luchon, a pu déterminer l'emplacement exact de la roche. Plus tard, M. Maurice Gourdon a bien voulu, à mon intention, visiter ce gisement et me fournir sur lui les renseignements que je reproduis ci-dessus.

(2) *Mikroskopische Physiographie,* etc., Vol. II, p. 562.

la roche, a une puissance de $5^m,20$ et est visible sur une longueur de 10^m à 12^m. Il se trouve sur la rive gauche de la vallée, à 250^m d'altitude au-dessus de la rivière, sur le flanc sud de la montagne portée sur la Carte d'état-major sous le nom de *Crête de Subescale* et au quartier dénommé *la Courbe*.

Le sentier forestier le traverse à quelques mètres du ravin d'où descend la petite cascade qui domine les dernières granges au fond de la vallée. Le filon est compris entre des schistes satinés à quartz blanc noduleux qui, d'après la vue panoramique donnée par M. Caralp (1), peuvent être attribués au Cambrien (2).

Un autre gisement, découvert par M. Raphaël Angusto, se trouve à 1^{km} environ à l'ouest du précédent entre la Coume de Silat et la Coume de Nère; le filon y a 15^m de puissance et est visible sur une longueur de 4^m. Les échantillons de ces deux localités voisines sont identiques.

§ 2. — *Description.*

La roche a une teinte générale qui varie du gris au gris rougeâtre; elle lui est fournie par sa pâte. Des cristaux de hornblende, noirs, brillants, aciculaires, ayant jusqu'à 1^{cm} de plus grande dimension et 1^{mm} à 2^{mm} de largeur, la parsèment en nombres très variables; ils sont cependant moins abondants que dans la roche de Riou-Maou dont la couleur est aussi plus sombre. En outre, on aperçoit ici de nombreuses petites taches blanchâtres feldspathiques de 1^{mm} à 2^{mm} de diamètre, et qui manquent complètement au type

(1) *Études géologiques sur les hauts massifs des Pyrénées centrales*, Toulouse, 1888, p. 394.

(2) M. Maurice Gourdon a recueilli dans ces schistes de l'andalousite, du mica testacé et de la ripidolite.

précédent. On remarque aussi de très nombreuses mouches de pyrrhotine, et quelquefois, mais plus rarement, on constate la présence de grains de quartz.

Parfois, la roche présente dans sa pâte l'aspect du pétrosilex. Elle est alors presque entièrement dépourvue de grands cristaux ; c'est, en général, sur les bords du filon que cette disposition se manifeste. Enfin, des parties grenues de 1^{mm} à 2^{mm} de diamètre apparaissent de-ci de-là et sont uniquement constituées par un agrégat de hornblende et de feldspath.

a. Description microscopique. — En plaques minces, la roche montre des cristaux appartenant à deux stades de consolidation. Les phénocristaux les plus apparents, qui frappent de suite le regard par leur nombre et se détachent de la masse par leur taille, sont constitués par de la hornblende; ils sont parfaitement formés, allongés, en général, suivant l'axe parallèle à $h^1 g^1$(100)(010) (voir *fig.* 2 et 3, *Pl. III*).

En à peu près aussi grand nombre, on aperçoit les feldspaths plagioclases, ou plutôt leur squelette, presque complètement remplacé par des produits d'altération.

Enfin, quelques lamelles de biotite existent quelquefois; plus rarement on observe un grain de quartz en voie de résorption.

Au deuxième temps, tous ces minéraux reparaissent, mais avec des formes allongées, et ayant des tendances microlitiques. Le feldspath y est de beaucoup le minéral le plus abondant; la hornblende lui est tout à fait subordonnée et manque parfois presque complètement. Le quartz, très probablement d'origine secondaire, cimente les cristaux de la roche ou bien apparaît comme micropegmatite autour des feldspaths.

b. Caractères et structure. — La roche est porphyrique et, en général, holocristalline; cependant, parfois au second

temps on peut apercevoir un reste de verre chloritisé. Il est probable que ce résidu vitreux doit être présent dans un plus grand nombre de roches qu'il ne semble au premier abord ; il a dû être remplacé par le quartz secondaire qui réunit les minéraux de la pâte.

Ces derniers ont une structure presque microgrenue, mais cependant avec un allongement très net de tous les éléments ; malgré l'existence possible de résidu vitreux ils n'ont jamais l'aspect des microlites nageant librement dans un verre ou alignés suivant certaines directions. Il y a là une différence très nette avec la roche de Riou-Maou ; cette dernière a probablement eu un refroidissement beaucoup plus rapide.

c. Minéraux constituants. — Les phénocristaux de hornblende sont allongés suivant *mm*(110) (1$\bar{1}$0) en fines baguettes ; leurs sections transversales à l'allongement laissent voir des lignes de clivage à 120° et montrent les formes *m* (110), h^1(100), g^1(010). Souvent ils sont maclés à deux ou plusieurs individus suivant h^1 (100).

Leur couleur est, en général, brun clair avec un polychroïsme très net :

n_g = brun clair, n_m = jaune brunâtre, n_p = jaune pâle,

d'où l'absorption

$$n_p > n_m > n_g.$$

Dans la face g^1(010), n_g fait un angle de 18° avec la trace de *mm* (110) (1$\bar{1}$0).

La hornblende est, en général, en parfait état de conservation. Cependant certains échantillons montrent des tendances de décomposition en calcite, sphène, biotite, minéraux qui se développent surtout suivant les clivages. Dans plusieurs cristaux la hornblende est complètement déchiquetée et pénétrée de ces divers minéraux ; dans d'autres cas, la décom-

position ne se fait que par places bien délimitées et laisse le minéral altéré en contact avec des parties du même minéral absolument intactes.

La hornblende de la pâte est toujours en microlites allongés suivant *mm*(110)($1\bar{1}0$), parfois déchiquetés; les autres propriétés et caractères sont les mêmes que les précédents.

Les feldspaths du premier temps sont en individus automorphes, maclés suivant la loi de Carlsbad et celle de l'albite, et plus rarement suivant celle du péricline. Leur partie centrale est fortement décomposée en damourite et en quartz. Ils ne laissent voir à leur périphérie qu'un mince liséré intact sur lequel on peut constater leur zonage.

Ce feldspath est en moyenne du labrador à 50 pour 100 d'anorthite, et son acidité sur les bords, dans une minime partie, peut atteindre celle de l'albite ([1]).

Les plagioclases du deuxième temps sont tous allongés suivant pg^1 (001) (010); ils sont maclés suivant la loi de l'albite et parfois suivant celle de Carlsbad, beaucoup plus rarement suivant celle du péricline.

En général, ils sont très décomposés en séricite et par suite indéterminables. Cependant quelques échantillons plus frais nous ont permis de les attribuer à une andésine basique. Quelquefois ils sont remarquablement zonés et leur acidité va de 30 pour 100 d'anorthite au bord à 97 pour 100 au centre ([2]).

Nous n'avons pas constaté la présence de l'orthose.

([1]) $a = 16°$ $a' = ?$ $b = 3°$ $b' = 1°$;
$a = 19°$ $a' = 20°$ $b = 2°$ $b' = 3°$.

([2]) Ces derniers nombres ont été déterminés par la méthode des éclairements communs; nous ne leur attribuons pas une grande exactitude, à cause de la difficulté d'effectuer des mesures exactes par suite de la fugacité de l'extinction dans de si petits cristaux et aussi de la difficulté de débrouiller la correspondance des diverses parties maclées.

Souvent ces feldspaths sont entourés d'une très fine micropegmatite qui ne se voit qu'aux forts grossissements; ce phénomène se produit surtout très nettement dans les plaques où nous avons constaté un zonage.

La biotite entre parfois comme phénocristal dans la composition de la roche; mais elle n'y est alors qu'à l'état d'élément accessoire. Quand elle existe elle se trouve toujours en individus très déchiquetés et le long des clivages apparaissent de la magnétite et du sphène secondaire; elle est presque toujours complètement transformée en chlorite. La biotite du deuxième temps est en petits microlites déchiquetés aussi et partiellement pseudomorphisés en ce même minéral (voir *fig.* 1, *Pl. III*).

L'apatite se présente en petits cristaux allongés ou en très petits individus en inclusion dans les autres minéraux.

La pyrrhotine ne manque dans aucune des préparations.

Le quartz forme le fond de la roche comme minéral secondaire, ou, comme nous l'avons vu, se présente en micropegmatite. Quelques plaques montrent de gros cristaux de ce minéral en voie de résorption; nous le considérons dans ce cas comme une enclave énallogène de la roche.

Enfin, comme minéraux de décomposition, nous avons constaté la présence de calcite et de sphène; il faut y ajouter parfois un peu d'épidote.

§ 3. — *Composition chimique.*

Ci-dessous nous donnons trois analyses des roches du type de la vallée du Lys, et nous les faisons suivre de celles de roches voisines ou comparables pour des raisons diverses.

a. Microdiorite à hornblende et labrador, de la vallée du Lys (éboulis).

b. Microdiorite à hornblende et labrador, de la vallée du Lys (coume de Nère).

c. Microdiorite à hornblende et labrador, type vallée du Lys, du Serrat de Soupère, près Bagnères-de-Luchon, non en place.

d. *Biotitporphyrit,* de Wasserfall ([1]).

e. *Quartzporphyrit,* de Suldenferner, Ortler ([2]).

f. *Suldenit,* de Schaubachhütte, Ortler ([3]).

g. *Suldenit,* de Suldenferner, Ortler ([4]).

h. *Quarzporphyrit,* de Suldenferner, Ortler ([4]).

i. *Palaeondésit,* Lienz ([5]).

j. Microdiorite, col du Chardonnet ([6]).

k. *Dioritporphyrit,* Vintlittypus, val Bondol ([7]).

	SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	H^2O.	TiO^2.	P^2O^5.	SOMME.
a....	59,00	15,50	tr.	6,20	5,95	4,08	2,54	3,08	2,00	1,03	0,18	99,58
b....	61,10	15,60	tr.	5,38	4,52	4,32	2,90	4,12	2,00	1,03	0,31	101,28
c....	63,55	15,60	tr.	5,10	3,65	4,19	2,55	2,92	1,50	0,91	0,19	100,46
d....	58,85	18,15	4,03	4,22	2,52	6,00	3,01	2,78	1,97	»	»	101,55
e....	61,80	16,70	3,28	3,89	1,87	6,60	3,97	2,08	0,09	»	»	100,48
f....	55,05	17,16	5,19	5,01	2,47	8,30	3,79	2,84	1,23	»	»	101,04
g...	54,90	16,32	6,52	5,81	1,56	6,80	3,87	1,61	2.47	»	»	99,86
h....	60,78	16,90	4,79	4,11	2,89	1,50	4,01	2,69	2,84	»	»	100,51
i. ..	59,95	17,35	1,44	5,59	2,88	6,75	3,30	2,08	1,42	»	»	100,76
j....	52,55	20,09	4,84	4,36	3,82	5,52	3,26	1,70	3,49	»	»	99,63
k....	56,78	13,34	1,07	9,92	4,25	9,37	2,89	1,68	0,86	»	»	101,16

Nos roches de la vallée du Lys, plus ou moins proches mi-

([1]) In STACHE et VON JOHN, *loc. cit.*, p. 400.

([2]) *Id.*, p. 403.

([3]) *Id.*, p. 395.

([4]) *Id.*, p. 403.

([5]) *Id.*, p. 400.

([6]) P. TERMIER, *Études lithologiques dans les Alpes françaises* (*Bulletin de la Société géologique de France*, 4e série, t. I, 1901, p. 163).

([7]) H. ROSENBUSCH, *Elemente der Gesteinslehre*, etc., p. 210.

néralogiquement des roches précédentes, sont pour la plupart plus acides et plus magnésiennes. En particulier, la microdiorite du col du Chardonnet ne contient que 52 de silice avec des quantités d'alumine et d'oxyde de fer beaucoup plus élevées; la Dioritporphyrit, du val Bondol, du type Vintlit, est un peu moins acide que nos microdiorites de la vallée du Lys, mais renferme deux fois plus d'oxydes de fer et de chaux.

§ 4. — *Autres gisements dans les Pyrénées.*

Les gisements de ce type ne sont pas répandus sur toute la chaîne des Pyrénées. Parmi les nombreux échantillons de filons examinés, ce n'est qu'une infime minorité qui est à rapprocher de la roche de la vallée du Lys. Comme nous l'avons dit, la plupart des localités où ce type apparaît nettement sont situées au voisinage de Bagnères-de-Luchon, dans la Haute-Garonne, et sur les parties frontières de l'Espagne.

M. Maurice Gourdon nous a communiqué une roche recueillie par lui au *sommet du Céciré,* montagne sise à 2^{km} au N.-W. des gisements de la vallée du Lys. Nous la rapportons entièrement à ce même type. Comme lui, elle contient des grains de quartz où l'évidence de l'existence de ce minéral comme enclave est absolue; les cristaux arrondis ont été partiellement digérés et à leur périphérie se sont concentrés des métasilicates appartenant au deuxième temps.

Un peu différente de la roche type est celle que M. Maurice Gourdon a recueillie en blocs épars dans la *vallée de Larboust,* à l'entrée de la vallée d'Oueil, non loin de Saint-Aventin, au *Serrat de Soupère.* Ces blocs sont les restes des ruines d'une ancienne tour romaine et ont été retirés proba-

blement du terrain glaciaire de la vallée. Selon toute vraisemblance ils sont, dans cette hypothèse, issus de l'ancien glacier d'Oo et proviennent d'un filon voisin des précédents.

Ils se distinguent des premiers, même à l'œil nu, par leur structure légèrement plus grossière, qui leur donne un aspect plus granitoïde, et par la prépondérance plus grande des éléments colorés où s'ajoute en notable quantité la biotite. Les cristaux du premier temps sont plus développés, mieux formés que ceux de la vallée du Lys. Des cristaux de hornblende atteignent une dimension de 5^{mm}; ils sont prépondérants dans la roche (voir *fig.* 4, *Pl. III*).

Les feldspaths y sont subordonnés aux éléments colorés; ils sont très décomposés et laissent apparaître sur les bords un léger zonage qui se termine par une partie très acide. Des lamelles souvent légèrement contournées de biotite très polychroïque sont très abondantes.

Dans la pâte, au contraire, la hornblende et la biotite sont en moins grande abondance que les éléments blancs. Au feldspath grenu, sans formes allongées, s'ajoute une très grande quantité de quartz qui forme tout le fond de la roche et en cimente tous les éléments; quoique très abondant, ce quartz ne nous semble pas un élément primaire.

L'augite ne se présente que tout à fait accidentellement; nous n'en avons observé dans nos nombreuses préparations qu'un seul cristal appartenant au premier temps.

En somme, cette roche du Serrat de Soupère est une variété du type de la vallée du Lys plus riche en silicate ferromagnésien; cependant, par la nature de ses éléments feldspathiques, par la présence du quartz et par la presque absence de métasilicate au deuxième temps, elle est plus acide qu'elle. A cause de ce dernier point surtout, nous la considérons comme intermédiaire entre la roche typique de la vallée du

Lys et les microdiorites acides (esterellite) de l'Esterel (Var).

A ce type du Serrat de Soupère se rattache une roche de la collection de M. Caralp, recueillie dans la *vallée de Larboust.*

Il existe aussi des types plus leucocrates que celui de la vallée du Lys. Le type extrême nous est offert par un filon observable aux environs de Luchon, sur la route de la vallée d'Oueil, dans la *carrière de Cazarilh* (1).

Cette roche est très fortement décomposée. Les minéraux des deux temps sont bien moins tranchés comme taille que dans les échantillons précédents. Au premier temps, elle ne présente guère que des feldspaths plagioclases très damouritisés; au deuxième temps, les plagioclases sont mélangés à une hornblende très pâle qui leur est subordonnée en quantité. La roche contient de nombreux cristaux de quartz en voie de résorption; ils sont étrangers au magma.

Un échantillon recueilli par M. Maurice Gourdon dans la *vallée de l'Esera* (Aragon), sur les flancs du massif des Monts-Maudits, relie cette dernière au type de la vallée du Lys. La hornblende y existe au premier et au second temps; mais elle y est toujours subordonnée au feldspath. A ces minéraux se joignent, au deuxième temps, une trame de quartz secondaire et un peu de biotite.

M. A. Lacroix a décrit (2) une roche dont la composition minéralogique qualitative est semblable à celle de la vallée du Lys; il l'a recueillie dans un filon de 1m d'épaisseur entre le premier et le second des *Gourgs blancs* (Hautes-Py-

---

(1) H. Preiswerk [*Malchite u. Vintlite im* Strona *u.* Sesiagneiss (*Piémont*), dans *Festschrift zum Siebzigsten Geburtstage von Harry Rosenbusch,* Stuttgart, 1906, p. 334] a indiqué ce gisement de Cazarilh; il en compare la roche, réunie à celles de la vallée du Lys, aux vintlites en général et en particulier à celle de Gaby (Piémont) dans le gneiss de Sesia.

(2) *Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact* (2e Mémoire), etc., p. 43.

rénées). Elle est beaucoup plus riche en silicates ferromagnésiens que notre type; elle forme un stade de passage entre lui et la roche lamprophyrique franche.

M. A. Lacroix a recueilli dans les schistes du Péguère (Cauterets) une microdiorite à hornblende et plagioclase très riche aussi en éléments amphiboliques. Il en est encore de même d'une microdiorite observée par M. A. Bresson au col du lac de Capdelong (massif de Néouvielle); dans cette dernière, qui est très cristalline, les deux temps sont à peine différenciés.

Peut-être à ces localités faut-il ajouter la *petite vallée du Lléou,* non loin de l'auberge du Chiroulet, dans le massif du Pic du Midi de Bigorre. En allant de la rive droite de ce vallon au lac de Peyrelade, en passant par la dépression qui est au sud du Pic de Merlheu, nous avons recueilli une roche grisâtre à grands cristaux aciculaires d'amphibole. Au microscope on constate que c'est une microdiorite à feldspaths plagioclases très zonés, à longues aiguilles de hornblende verte et à assez nombreux cristaux de biotite. A cause de la végétation, nous n'en avons pu voir qu'un petit affleurement; il est vraisemblable que nous avons affaire à un filon mais il nous est cependant impossible d'affirmer que nous ne sommes pas en présence d'une roche métamorphique comme toutes celles qui se constatent aux environs. La couleur verte de la hornblende, que nous n'avons nulle part ailleurs trouvée dans nos roches filoniennes, donnerait un certain poids à cette dernière hypothèse. Cet échantillon est remarquable par les abondantes inclusions réticulées de rutile contenues dans le mica.

CHAPITRE V.

TYPE LAC BLEU.

§ 1. — *Généralités.*

C'est ce type de roches qui constitue l'immense majorité des filons des Pyrénées. Il est à remarquer cependant que, très commun dans les Hautes-Pyrénées et dans l'est des Basses-Pyrénées, régions particulièrement riches en roches filoniennes non granitiques [1], il est par contre presque complètement absent du reste de la chaîne : je n'ai pu en retrouver l'analogue que dans quelques rares échantillons très altérés recueillis par M. Maurice Gourdon dans les environs de la Maladetta. Peut-être aussi faut-il lui attribuer les filons décrits par M. Caralp [2] dans le granite de l'Ariège comme filons d'ophite.

Les anciens auteurs pyrénéens, Ramond, Palassou, Pasumot, Charpentier, n'ont pas manqué de signaler ce type, surtout dans la région du Pic du Midi de Bigorre; n'ayant à leur disposition que la loupe, ils n'ont pu le désigner que sous des dénominations confuses, mais qui ne permettent pas de se tromper sur l'identité de la roche dont ils ont voulu parler.

C'est cette région du Pic du Midi, et plus particulièrement les environs du Lac Bleu, que nous avons étudiés.

Les champs de filons de ce type s'y présentent avec un

---

[1] *Voir* A. Lacroix, *Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact* (2e Mémoire), etc., p. 63.

[2] *Études géologiques sur les hauts massifs des Pyrénées centrales,* p. 510. Toulouse, 1888.

superbe développement; sur une superficie de 25^{km^2}, nous n'en avons en effet observé pas moins d'une soixantaine et il est évident qu'un grand nombre a encore échappé à nos investigations.

Un autre intérêt de cette région réside en ce que les filons se poursuivent dans des sédiments de nature très variée; il est par suite possible d'étudier facilement l'influence réciproque de la roche éruptive et des différents terrains. A l'inverse d'autres parties de la chaîne, nous n'en avons pas rencontré ici dans le granite.

C'est plus particulièrement entre la bordure ouest du Lac Bleu et les pentes est du Pic du Midi que nous avons effectué nos recherches.

Le massif du Pic du Midi est situé dans les Hautes-Pyrénées, à une dizaine de kilomètres au sud de Bagnères-de-Bigorre. Comme un bastion détaché, établi en avant de la partie élevée de la chaîne, il est placé au nord de l'important massif granitique de Néouvielle dont il est séparé par la vallée du Bastan, torrent dirigé Est-Ouest, qui passe à Barèges et se jette à Luz dans le gave de Pau.

Au Nord, ses abrupts sont limités par la vallée de Lesponne, dont les eaux vont rejoindre, à Campan, celles de l'Adour. Entre ces deux profondes vallées, le massif du Pic du Midi se dresse comme un haut plateau dont les crêtes qui en suivent la bordure ne s'abaissent guère au-dessous de 2400^m. Entre ces crêtes s'étend, dans la partie occidentale, une dépression allongée Est-Ouest, dont les eaux, rassemblées dans le Lac Bleu, s'échappent en cascades dans la vallée de Lesponne. La partie orientale est constituée par la masse proprement dite du Pic du Midi sur laquelle le ruissellement s'éparpille dans toutes les directions.

Géologiquement, ce massif est constitué par une ellipse granitique au grand axe allongé Est-Ouest, d'une longueur

de 2^km^ à 3^km^ et d'une largeur de 1^km^,5, entourée par des sédiments métamorphisés appartenant au dévonien et développée surtout dans le Sud. Dans cette même partie Sud, le granite est séparé du dévonien par une mince bande d'ordovicien et de gothlandien (1).

Le granite porte l'empreinte d'un dynamisme très puissant qui a imposé à ses éléments un certain alignement. Il est par suite difficile de le séparer nettement des sédiments qu'il a métamorphisés par injection. Ce sont les schistes ordoviciens qui ont subi les modifications les plus intenses; ils sont transformés en leptynolites absolument gneissiques. On conçoit par suite très bien l'opinion accréditée chez les anciens auteurs, qui attribuaient ces terrains à la série cristallophyllienne. L'influence de nombreux filons de roches granitiques (aplites, aplites à tourmaline, pegmatites, etc.) est encore venue se superposer à celle du granite proprement dit (2).

Le gothlandien est représenté par les schistes carburés pyriteux d'un facies si constant dans toute l'étendue des Pyrénées; souvent, par réduction, ils sont transformés en oxyde de fer.

Le dévonien inférieur possède la forme schisteuse qui est le caractère de la bande nord de cet étage dans la région (bande du Valentin de M. A. Bresson). Il est transformé, non en leptynolites, comme l'ordovicien, mais en schistes maclifères qui occupent une grande étendue dans tout le massif, et en particulier constituent le sommet du Pic du Midi. Il est intéressant de noter la coexistence des deux modes principaux de métamorphisme exomorphe du granite.

---

(1) Pour ce qui concerne la géologie du massif du Pic du Midi, *voir* A. Bresson, *loc. cit.*, p. 37, 45, 163, 184, 225.

(2) Nous nous réservons de publier plus tard nos observations sur le granite et le métamorphisme de cette région.

Le dévonien moyen et le dévonien supérieur sont formés par une masse de calcaire qui souvent se trouve intercalée en écailles au milieu du dévonien inférieur. Il est fréquemment transformé en cipolins et modifié parfois d'une façon très intensive en cornéennes grenatifères, épidotifères, etc.

Enfin, M. A. Bresson considère ce massif comme un pli anticlinal. Les couches septentrionales sont inclinées vers le Sud, elles se redressent lorsqu'on s'éloigne de la bordure nord et s'inclinent ensuite dans l'autre sens. C'est la disposition en éventail avec imbrication.

Dans la Carte de la figure 5, nous avons indiqué les filons que nous avons observés dans la région du Lac Bleu.

On remarquera qu'il n'en existe pas au nord de la crête, qui va de l'angle NW de la Carte jusqu'au Pic du Midi (sur le bord E) en passant par le nord du Lac Bleu, le Pic de Merlheu et le Som de Pène Blanque. Au nord de cette ligne se trouvent les sédiments gothlandiens et ordoviciens, ainsi que le granite qui les a plus ou moins modifiés; dans la région, aucun filon de nos roches n'a été trouvé au milieu de ces terrains.

Au contraire, ces filons sont très abondants dans les schistes maclifères et les calcaires qui occupent presque tout le reste de la Carte et qui s'allongent en rubans grossièrement parallèles dans la direction EW.

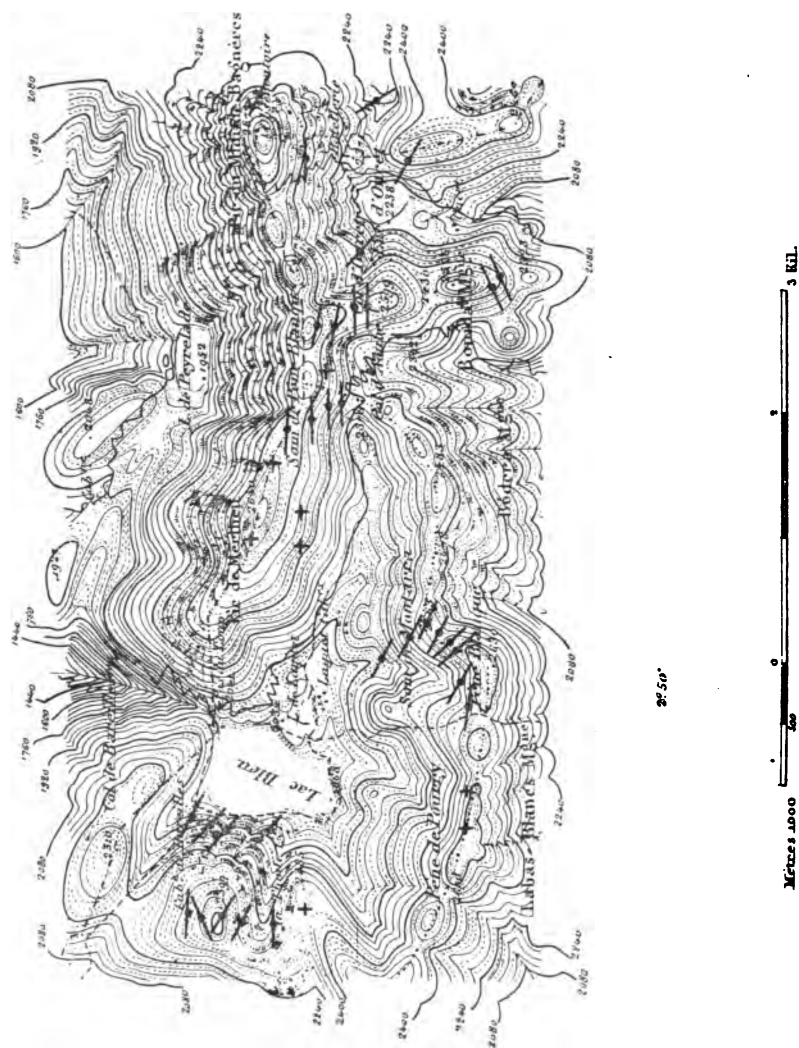
Nos filons adoptent aussi dans l'ensemble cette direction générale; en certains points de la Carte, ils forment des faisceaux particulièrement nombreux.

Signalons les crêtes et la rive à l'ouest du Lac Bleu, où la plupart des filons sont dirigés à 120° W; il en est de même du groupe situé au sud-est du Lac Bleu.

Par contre, au nord du col d'Oncet et du col d'Aoube, la direction générale se rapproche plus de la direction EW.

Leur épaisseur varie depuis quelques centimètres jusqu'à

Fig. 5.



5^m, mais ce sont ceux de la dimension moyenne de 1^m à 2^m qui sont les plus nombreux. En général, l'œil peut les suivre sur une longueur de 1^m ou 2^m; ils disparaissent ensuite sous les éboulis, ou bien le regard, pour ceux voisins des abrupts, ne peut pas les distinguer des sédiments voisins. Ce n'est qu'exceptionnellement que nous avons pu en suivre quelques-uns sur une centaine de mètres.

Aussi les traits tracés sur la Carte ne représentent-ils que l'existence même et la direction des filons; les points où ils ont été réellement observés sont indiqués par un point. Les filons dont la direction n'a pu être relevée sont marqués par une croix.

Parfois aussi, mais rarement, on peut reconnaître qu'ils ont été très fortement dynamisés. Ce fait est sensible surtout quand ils traversent des calcaires. Un filon situé au sommet du Pic du Midi est remarquable à cet égard; nous aurons plus loin à revenir sur lui.

§ 2. — *Description.*

Ces filons présentent des différences notables entre les échantillons; certains de couleur verdâtre ne permettent de distinguer que des cristaux de feldspath blancs, enchevêtrés, de 2^{mm} à 3^{mm} en général, englobant entre leurs différents individus une matière indéterminable à l'œil nu. D'autres échantillons de couleur plus foncée, à facies parfois franchement basaltoïde et noirâtre, semblent presque homogènes; sur leur cassure on ne peut apercevoir que quelques petits cristaux de feldspath brillants, noyés dans une pâte compacte.

Parfois ces deux types sont réunis dans un même filon; le centre possède alors la structure que nous avons indiquée

en premier lieu et qui est la structure diabasique, tandis que les salbandes possèdent la structure microlitique; parfois aussi ces deux types se constatent sur des filons séparés.

Ces deux manières d'être extérieures correspondent au microscope à des différences profondes dans la structure de la roche; on constate du reste tous les passages entre ces deux extrêmes.

Cependant, parmi le très grand nombre d'échantillons que nous avons observés et étudiés, le premier type est de beaucoup le plus abondant; nous le prendrons comme type Lac Bleu. A sa suite nous décrirons le deuxième type, qui n'en est qu'un facies de variation structurel.

Notre *type Lac Bleu* est une diabase intersertale; c'est une roche à cristaux de plagioclase basique (labrador) allongés suivant pg^1(**001**) (**010**), et comprenant entre eux des plages ou des grains d'augite (voir *fig.* 2 et 3, *Pl. IV*).

La structure n'est pas toujours nettement intersertale et elle a parfois une légère tendance vers la structure ophitique (voir *fig.* 1, *Pl. IV*).

Nous croyons utile de préciser ce que nous entendons sous le nom de ***structure intersertale*** et de ***structure ophitique***. L'une et l'autre sont des formes de la structure diabasique, caractéristique des diabases; elles ont souvent été confondues ensemble, mais il existe cependant entre elles une distinction très nette.

La structure intersertale est définie par le fait que les plagioclases, en bâtonnets allongés parallèlement à pg^1(**001**) (**010**) ou en cristaux parallèles à g^1(**010**), enchevêtrés les uns dans les autres, en général très nombreux, contiennent entre eux soit des grains de pyroxène, soit une formation microlitique où le verre peut être plus ou moins abondant.

Dans la structure ophitique, les plagioclases sont aussi ou

en baguettes allongées parallèlement à pg^1 (001) (010) ou en cristaux aplatis; ils sont, en général, moins nombreux que dans la structure précédente, plus courts, peu ou pas enchevêtrés. Ils sont de plus contenus dans de larges plages de pyroxène qui ne les renferment le plus souvent qu'imparfaitement et dont ils sortent, en les lardant.

Dans les deux cas, et c'est là un caractère général de la structure diabasique, le pyroxène est en totalité ou en partie postérieur au feldspath.

Au Lac Bleu, le type de nos roches n'est pas toujours intersertal et tend parfois vers la structure ophitique. Cependant les feldspaths sont constamment de dimensions très notablement supérieures à l'augite qu'ils contiennent dans leur enchevêtrement; de plus, quand ils pénètrent à l'intérieur des petites plages d'augite et qu'ils prennent ainsi une structure voisine de la structure ophitique, cette pénétration n'est qu'à peine indiquée.

Il y a sur ce point une différence très nette avec les ophites typiques pyrénéennes qui sont des diabases à structure ophitique franche. Dans ces dernières, le silicate ferromagnésien en très larges plages englobe des feldspaths de dimensions beaucoup moindres en bâtonnets assez courts, ramassés et qui y sont parfois contenus tout entiers. Ces ophites pyrénéennes sont des roches qui se présentent exclusivement en petits massifs dans les terrains secondaires de la chaîne; à leur pourtour, des filons de cette même roche n'ont jamais été observés.

Rien de tel n'intervient dans notre type du Lac Bleu, qui ne forme jamais de massif et est exclusivement filonien. L'examen d'une plaque mince ne permet pas de se tromper dans l'attribution de ces roches à tel ou tel de ces gisements; nous discuterons plus loin la parenté chimique et les relations magmatiques qu'elles présentent entre elles.

Examinons maintenant les minéraux constituants de la diabase intersertale du type Lac Bleu.

Les plagioclases sont en longs cristaux allongés suivant pg^1 (001) (010); ils possèdent la macle de Carlsbad et celle de l'albite; on constate parfois celle du péricline. Ils sont d'habitude assez frais et leur basicité peut être déterminée facilement par les mesures optiques; cependant, ils sont souvent ternis ou piqués de lamelles de damourite. Nous les attribuons à un labrador basique et plus rarement à la bytownite [1]. On aperçoit parfois dans la roche de très grands cristaux de feldspath, qui sont remarquablement frais, quoiqu'en partie résorbés par le magna; ils appartiennent à une génération antérieure aux précédents et sont constitués, en général, par de la bytownite.

Tous ces feldspaths ne sont que très rarement zonés.

L'augite est en plages limpides, de couleur lilas rose pâle, peu ou pas polychroïques. Ce n'est que très rarement qu'elle est maclée. Elle jouit d'une très grande dispersion. Cette propriété jointe à sa couleur nous permet de l'attribuer à une variété titanifère. Elle présente souvent la structure en sablier.

Dans quelques plaques très décomposées, cette augite est parfois remplacée par une trémolite très déchiquetée. Mais ce n'est que très rarement que le pyroxène est altéré en amphibole verte; ce cas est au contraire très fréquent dans les ophites franches pyrénéennes et y constitue même le mode général d'altération.

La biotite existe presque toujours en petites paillettes réparties un peu partout.

Enfin, la pyrite est abondante dans tous les échantillons.

C'est ce type intersertal qui, nous l'avons dit, domine dans

---

(1) $a = 37°$, $a' = 40°$, $b = 21°$, $b' = 20°$ (65 pour 100). Dans la face g^1 (010), n'_p fait un angle de 30° avec la trace de p (001) (67 pour 100).

le massif du Pic du Midi; il y constitue la presque totalité des filons.

A côté de lui, cependant, existe un autre type à deux temps de consolidation très tranchés; il se trouve soit en filons indépendants, soit comme facies de bordure des filons diabasiques. Par suite, tous les stades intermédiaires existent entre ces deux roches.

§ 3. — *Type Lac Bleu microlitique.*

Il est caractérisé par la présence de cristaux de feldspath souvent remarquablement frais, sans trace d'altération mais parfois très dynamométamorphisés. Ils apparaissent au milieu d'un verre qui lui, par contre, est complètement décomposé. Cette roche a un facies absolument volcanique (voir *fig.* 4, *Pl. IV*).

Les feldspaths, quelquefois visibles à l'œil nu, sont tous allongés suivant pg^1 (001) (010) et obéissent tous à une direction de fluidalité très marquée. Ils sont constitués par du labrador aux environs de 65 pour 100 d'anorthite avec macles de l'albite, de Carlsbad et du péricline très nettes. On ne peut pas les considérer comme de véritables phénocristaux, mais bien comme des microlites, quoique l'on constate la présence simultanée de microlites, bien caractérisés ceux-ci, beaucoup plus petits et visibles seulement à un assez fort grossissement; ces cristaux quoique différents de taille se sont produits à une même période de la formation de la roche sans qu'il y ait eu hiatus.

Pour ces raisons nous dénommerons notre roche, une *labradorite.*

Il est intéressant de constater la parfaite conservation de ces feldspaths quand tous les autres éléments de la roche ont

subi, quand ils existent, une totale décomposition. Dans les types extrêmes les plus vitreux ou ne constate pas la présence d'autres minéraux. Cependant, on aperçoit parfois des squelettes d'anciens cristaux transformés en minéraux phylliteux. Un de ceux-ci nous a présenté les formes caractéristiques allongées de l'olivine. Il est à remarquer que nous n'avons pas observé ce minéral, même dans les roches les plus fraîches de notre type diabasique.

Entre ce dernier type vitreux et le type diabasique se rencontrent tous les intermédiaires. Les microlites feldspathiques deviennent plus nombreux, mieux formés ; ils abandonnent leur parallélisme pour commencer à se diriger dans toutes les directions, tandis que l'augite fait son apparition en tout petits éléments. Puis, dans d'autres échantillons plus évolués, ce dernier minéral se développe, s'étend en petites plages tandis que les feldspaths s'enchevêtrant entre eux; nous arrivons au type Lac Bleu décrit en premier lieu.

En définitive, nous avons donc tous les termes de passage entre notre type Lac Bleu qui est une diabase intersertale et cette labradorite par l'intermédiaire de labradorites augitiques à augite.

Quoique cette règle ne soit pas absolue, il est à constater que la plupart des échantillons à type vitreux ont été recueillis au milieu des calcaires (Pic du Midi, Pène Blanque) tandis que les autres se présentent avec leurs caractères les plus nets au milieu des schistes. Ajoutons que la puissance de ces derniers filons est d'habitude supérieure à celle des types vitreux.

§ 4. — *Autres variétés.*

Au milieu de nos plaques nous avons trouvé quelques exemplaires de roches structurellement semblables à celle

du type diabasique, mais très pauvres en silicate ferromagnésien.

Quelquefois, surtout dans les filons provenant des régions qui bordent la rive nord du Bastan, nous avons observé de gros cristaux soit de plagioclase, soit de hornblende, plus ou moins résorbés par le magma. Ces roches fournissent des termes de passage avec notre type Piquette deras Lids; nous les étudierons en même temps que lui.

Nous avons aussi recueilli quelques rares échantillons de roches où l'augite de notre type normal est remplacée par de la biotite presque totalement chloritisée.

§ 5. — *Composition chimique.*

Les analyses suivantes du type Lac Bleu ont été faites par M. A. Pisani sur :

a. Labradorite augitique, très vitreuse, du sommet du Pic du Midi;

b. Labradorite augitique, du Col d'Oncet, terme de passage comme cristallinité entre la roche *a* et la suivante;

c. Diabase intersertale, très cristalline, de l'ouest du Lac Bleu.

Nous y joignons les analyses des ophites des Pyrénées :

d. Ophite, du Val d'Enfer (Hautes-Pyrénées) ([1]);
e. Ophite, de Sauveterre (Basses-Pyrénées) ([2]);
f. Ophite, de Pouzac (Hautes-Pyrénées) ([3]),

([1]) J. Kühn, *Recherches sur les ophites des Pyrénées* (*Bull. Soc. d'Histoire naturelle de Toulouse*. Toulouse, 1885).

([2]) J. Kühn, *loc. cit.*

([3]) Par M. A. Arsandaux. A. Lacroix, *Les roches basiques accompagnant les lherzolites et les ophites des Pyrénées* (*Comptes rendus du huitième Congrès géologique international*, p. 832. Paris, 1901).

ainsi que celles, particulièrement voisines, de quelques diabases :

g. Diabase, de Bochtenbeck, haute vallée de la Ruhr (Westphalie) ([1]);

h. Diabase quartzifère, filonienne, Seven Pagodas, Madras ([1]);

i. Salbande porphyritique de *h* ([1]).

	SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	H^2O.	CO^2.	TiO^2.	P^2O^5.	MnO.	SOMME.
a...	46,25	17,70	0,48	8,50	6,29	7,53	3,82	2,80	3,65	1,45	2,62	»	»	101,09
b...	45,90	16,81	tr.	10,40	7,23	8,91	3,07	0,39	3,65	0,60	2,46	0,07	»	99,49
c...	47,51	17,81	1,42	8,72	8,05	8,20	3,45	1,21	2,63	»	2,02	»	»	101,02
d...	49,15	15,71	»	10,10	7,21	10,94	4,43	1,90	0,48	»	»	»	»	99,92
e...	49,69	14,05	1,58	7,01	7,30	12,01	4,85	0,54	3,18	»	1,45	tr.	»	101,66
f...	52,0	17,2	2,7	7,7	3,9	12,3	2,7	0,4	2,0	»	»	tr.	»	100,9
g...	46,92	18,05	3,61	6,73	7,43	9,11	2,99	1,24	2,58	0,10	0,94	0,19	0,09	99,98
h...	51,15	15,92	9,34	2,87	6,48	10,40	1,19	1,61	0,11	0,06	0,44	»	»	99,66
i...	50,86	15,65	»	10,85	6,03	11,76	2,01	1,56	0,30	tr.	»	»	»	99,65

Comme acidité les roches du Lac Bleu sont très inférieures à celles de Riou-Maou et surtout à celles de la Vallée du Lys; par contre, elles sont plus alumineuses et plus riches en magnésie et en chaux.

Vis-à-vis des ophites des Pyrénées (analyses *d*, *e*, *f*) elles semblent aussi moins acides; leur teneur en silice totale est, en effet, moindre. Cependant l'abondance plus grande de la chaux dans les ophites donne à ces dernières roches un cachet plus basique, ainsi que nous le verrons dans le Chapitre VIII. A ce point de vue, c'est l'ophite de Pouzac qui

([1]) H. Rosenbusch, *Elemente der Gesteinslehre,* 2e édition, p. 336. Stuttgart, 1901.

se trouve être la plus proche de nos roches, particulièrement des roches du Lac Bleu *b* et *c*.

La diabase de la vallée de la Ruhr a une analyse (*g*) absolument comparable aux nôtres. Celle de Seven Pagodas (*h*) est aussi très proche; la salbande (*i*) en est plus éloignée.

§ 6. — *Autres gisements dans les Pyrénées.*

Nous ne saurions songer à indiquer toutes les localités où nous avons reconnu la présence de roches semblables à celles du Lac Bleu; cette énumération serait oiseuse. Il nous suffira de dire que ce type constitue la plupart des filons qui traversent les terrains paléozoïques et le granite des Hautes-Pyrénées et de l'est des Basses-Pyrénées. Ailleurs, il est beaucoup plus rare et ne se rencontre même que tout à fait accidentellement.

Dans la région déterminée plus haut, certains points sont plus riches que d'autres en filons de ces roches. Citons la *haute vallée d'Azun*, les *environs de Cauterets* ([1]), le front du grand *glacier du Vignemale*, les *environs de Chèze* dans la vallée du gave de Pau entre Pierrefitte et Luz, les *environs du lac d'Ardiden* dans le massif granitique de Néouvielle, etc.

Malheureusement un grand nombre de ces filons sont dans un état de décomposition tel que l'étude en serait impossible si l'existence d'échantillons plus frais ne venait établir une chaîne continue permettant une assimilation des types décomposés aux exemplaires francs.

Parfois ces roches, en plus de leur décomposition, prennent, par suite du dynamométamorphisme, une telle schistosité (aux environs de Viscos par exemple), qu'on pourrait

---

([1]) *Voir* Beaugey, *loc. cit., passim.*

penser avoir affaire à une véritable roche sédimentaire; macroscopiquement, aussi bien qu'au microscope, l'œil n'observe qu'une bouillie informe. Leur position stratigraphique discordante au milieu des autres terrains et aussi les passages avec des roches plus fraîches permettent seuls de leur attribuer leur véritable origine.

Nous n'avons cité les roches qui suivent que parce que notre attention a été attirée par quelques particularités de composition et par leur fraîcheur.

Parmi ces dernières, nous avons trouvé des types très peu décomposés dans le filon qui se trouve au sommet de la *Hourquette d'Aubert* dans le granite; il en est de même d'un filon dans le voisinage du lac de Caderolles et entre Campbieil et Badet; ces trois gisements se trouvent dans le massif granitique de Néouvielle.

Les filons des *environs de Gèdres,* un de *Barada* et un du *Soum Blanc* près de Gavarnie sont assez peu décomposés; ce dernier nous montre un exemple de très grand développement de l'augite qui, en se réunissant en grandes plages, donne à la roche une tendance ophitique, mais sans cependant la laisser confondre avec l'ophite typique. Il en est de même d'un filon observé par M. A. Bresson aux environs des bains de *Panticosa* (Espagne), à peu de distance de la frontière; l'augite y possède en outre souvent des plans de séparation suivant h^1 (100), caractéristiques de la variété diallage. Quelques filons de la vallée d'Azun nous fournissent aussi de bons représentants de notre type.

Dans cette énumération, il nous faut insister plus particulièrement sur un point où la région est criblée de ces roches; c'est aux *environs de Camparnas et de Chèze* dans la vallée du gave de Pau, entre Pierrefitte et Luz, sur la rive droite de la vallée. Les filons sont sensiblement dirigés Est-Ouest et à peu près parallèles entre eux. Ils sont enclavés dans les

schistes facilement délitables du silurien et, leur inclinaison étant voisine de la verticale, ils ont formé, par leur résistance aux agents atmosphériques, des sortes de gradins. Ils se présentent avec des dimensions variant entre quelques centimètres et plusieurs mètres d'épaisseur, et ils offrent comme cristallinité toute la gamme des roches que nous avons distinguées au Lac Bleu.

Le type à facies volcanique y est très développé, soit isolé dans des filons, soit accompagnant le type diabasique. Les types intermédiaires offrent une légère différence; ils sont beaucoup plus riches en microlites feldspathiques que ceux du Lac Bleu. L'augite ne semble s'y être formée que tout à fait à la fin de la consolidation de la roche, si bien que l'on y constate la présence de nombreuses labradorites à labrador presque complètement cristallines et dépourvues de silicates ferro-magnésiens.

Une autre particularité de ces roches est l'abondance de l'épidote en cristaux atteignant 2^{mm} à 3^{mm} de plus grande dimension, en plages très réfringentes et avec des couleurs de biréfringence très vives et une structure bacillaire en éventail. Cette épidote est presque caractéristique des roches de cette région, et, quand on la constate, on peut presque à coup sûr affirmer que celles-ci proviennent de la vallée du Bastan, en aval de Barèges jusqu'à Luz, ou bien de la partie est de la vallée du gave de Pau entre Luz et Pierrefitte.

Dans cette dernière région, j'ai constaté quelques roches où l'augite est plus ou moins remplacée par une amphibole brune très polychroïque ([1]). Cette hornblende n'est qu'un élément accidentel dans l'ensemble du filon. La présence de ce minéral est cependant intéressante à consi-

---

([1]) J'ai observé le même fait dans une roche recueillie sur la route de Bigorre à Barèges par le col du Tourmalet, entre Lartigue et le sommet du col.

dérer, parce qu'elle nous fournit un intermédiaire entre nos roches du Lac Bleu, exclusivement augitiques, et les roches de la vallée du Lys, presque exclusivement amphiboliques.

Dans un certain nombre de ces roches amphiboliques de la vallée du gave de Pau, nous avons observé des nodules microscopiques holocristallins formés par la juxtaposition de plagioclase et d'une amphibole bacillaire très brune, très abondante, rappelant certaines amphiboles sodiques. Ces nodules représentent en petit une roche lamprophyrique du col de la Couillade (Ariège) que nous décrirons plus loin et que nous rapprocherons des camptonites.

M. P. Termier a bien voulu nous communiquer un échantillon et une plaque mince d'une roche formant un banc à peu près horizontal à *Moiné-Mendia* (Basses-Pyrénées) (1).

Dufrénoy y signale « un affleurement d'ophite et M. Stuart Menteath a indiqué de l'ophite à cette même place. .. ».

M. P. Termier se refuse à ranger cette roche à côté des ophites pyrénéennes; nous partageons entièrement cette manière de voir. Les plagioclases de cette roche sont moins décomposés que les autres minéraux; on peut reconnaître, à leur allongement en baguettes, à leur forme, que la structure primitive de la roche était la structure intersertale. Le silicate ferro-magnésien est complètement remplacé par de la chlorite. La magnétite y est très abondante.

Cette plaque est identique à celles de nombre de roches très décomposées provenant des Hautes-Pyrénées et que nous rattachons à notre type Lac Bleu, par toute une série d'inter-

---

(1) *Voir* P. Termier, *Les brèches de friction dans le granite et dans le calcaire cristallin à Moiné-Mendia, près Hélette (Basses-Pyrénées), et leur signification tectonique (Bulletin de la Société géologique de France,* 4e série, t. IV, p. 834).

médiaires de plus en plus frais. Pour cette raison, nous n'hésitons pas, malgré sa presque complète altération, à rapporter la roche de Moiné-Mendia à ce même type.

Quoique provenant de régions extra-pyrénéennes, il nous a paru intéressant de citer ici quelques roches très voisines de ce type Lac Bleu.

M. J. Bergeron a bien voulu nous laisser examiner les roches filoniennes qu'il a recueillies dans la *Montagne Noire*. Quelques-unes provenant des environs de Perrebrune et de Grenouillières, et d'autres ayant pour origine Lacaune sont des diabases présentant beaucoup de points communs avec les roches qui font l'objet de ce Chapitre. Cependant, dans quelques échantillons, la structure intersertale y est plus évoluée vers la structure ophitique, sans qu'elle atteigne toutefois celle des ophites typiques. L'augite est en grandes plages moins rosée, moins titanifère que la nôtre; les feldspaths y sont moins développés, moins enchevêtrés. On y remarque la même production, par décomposition, de gros globules chloriteux.

M. J. Bergeron pense que la plupart de ces roches sont postérieures au viséen et antérieures au stéphanien. Cette indication d'âge de roches semblables dans une région voisine de la nôtre est intéressante à constater, puisque nous ne connaissons pas l'âge supérieur de nos roches filoniennes pyrénéennes.

M. F. D. Adam a étudié un certain nombre de diabases filoniennes traversant la région laurentienne au nord de *Montréal* ([1]). Il a bien voulu me donner l'hospitalité de son laboratoire, à la Mac Gill University, à Montréal, pour examiner à loisir ses roches et ses préparations.

([1]) *Voir :* Frank D. Adams, *Report on the Geology of a portion of the Laurentian area lying to the north of the Island of Montreal.* (*Geological Survey of Canada,* Ottawa, 1896, p. 136 et suivantes).

Une roche, provenant de un mille au nord-ouest de Sainte-Sophie sur la route, m'a rappelé l'andésite augitique intermédiaire entre le type diabasique et le type vitreux du Lac Bleu. Les plagioclases me paraissent plus basiques et, vraisemblablement, doivent être attribués au labrador; ils sont allongés parallèlement à pg^1 (001)(010) et ont des tendances à se réunir en étoiles. Ceux du deuxième temps sont microlitiques avec un sens de fluidalité assez marqué ; ils contournent parfois nettement les cristaux du premier temps. Le silicate ferro-magnésien, abondant surtout en cristaux porphyriques, est très décomposé : c'est de l'augite. Ces minéraux sont accompagnés par de la magnétite en grains assez gros et parfois en petits grains disposés entre eux en assemblages rectangulaires branchus. L'épaisseur de ce dyke est plus grande que ne l'est d'habitude celle des filons des Pyrénées; elle est d'environ 8^m.

Une autre roche de la même région, recueillie sur la voie du chemin de fer, entre Saint-Gérome et New-Glasgow, est, par contre, à rapporter à nos ophites pyrénéennes à grands éléments. C'est une diabase ophitique, où les grands cristaux de feldspath sont très enchevêtrés les uns dans les autres. L'augite, presque complètement ouralitisée, a dû se produire très peu avant le feldspath; parfois même on constate qu'elle est moulée par ce dernier. Cette roche est remarquable en ce qu'elle contient du quartz micropegmatitique en inclusions dans le feldspath; ces inclusions n'y forment pas des assemblages étoilés, mais elles se trouvent dans des zones de feldspath particulièrement acide et appartenant probablement à un des feldspaths du groupe monoclinique.

M. Ernest Gourdon a bien voulu me communiquer une roche qu'il a rapportée de l'expédition antarctique du docteur Charcot et qui constitue un type très net de passage entre notre roche du type Lac Bleu et notre roche du type Vallée du

Lys. Cet échantillon, à pâte grisâtre compacte et à phénocristaux de hornblende, a été recueilli dans les éboulis de la *baie de Biscoë,* qui échancre la partie sud de l'île Anvers, vis-à-vis de la terre de Danco; l'île Anvers est située à l'extrémité méridionale de l'archipel de Palmer, qui lui-même forme le flanc nord-ouest du détroit de Gerlache ([1]).

La roche est à deux temps. Au premier temps, en plus de la hornblende, apparaissent des phénocristaux de plagioclases assez acides; ces phénocristaux ne sont pas du tout résorbés et de plus la hornblende n'y atteint pas les dimensions et n'y possède pas les formes de celle de la Piquette deras Lids, comme nous le verrons plus loin; nous éloignerons donc la roche recueillie par M. Ernest Gourdon de cette dernière. Au deuxième temps appartiennent de nombreux bâtonnets de feldspath calcosodique, s'éteignant sous de petits angles et renfermant entre eux une matière chloritisée qui est attribuable à de l'augite décomposée. Par ses caractères cette andésite augitique à hornblende et plagioclase est à rapprocher, par son premier temps, de la microdiorite à hornblende de la vallée du Lys; par son deuxième temps elle est comparable à certains échantillons intersertaux du Lac Bleu.

([1]) Environ 65° de latitude S. et 64° de longitude W. (de Paris).

CHAPITRE VI.

TYPE ARBIZON.

§ 1. — *Généralités.*

A l'inverse de ce qui se passe dans la région du Lac Bleu, c'est ici dans la région du Pic d'Arbizon la roche à facies volcanique qui domine de beaucoup sur celle à facies diabasique, soit par son importance dans les filons mixtes, soit par le plus grand nombre dans les filons à facies unique.

C'est une andésite augitique à augite passant, par une augmentation de cristallinité, à une diabase intersertale.

Ce gisement a été signalé par M. A. Lacroix ([1]), qui a montré l'énorme développement qu'y prennent, au contact du granite et des sédiments, les différentes roches métamorphiques : cornéennes, grenatites, épidotites, limurites, etc.

Le Pic d'Arbizon se trouve dans les Hautes-Pyrénées, à 8^{km} environ à vol d'oiseau au sud-ouest de la petite ville d'Arreau, située dans la vallée de la Neste d'Aure.

Pour atteindre nos gisements, il est cependant préférable de partir de Bagnères-de-Bigorre et de remonter la vallée de l'Adour jusqu'au hameau de Payole (1110^{m}) où l'on quitte la route de voiture qui continue vers le col d'Aspin et Arreau. Après Payole on suit le sentier qui, à travers le bois d'Arriéou-Tord conduit aux cabanes de Camoudiet (1310^{m}); on

---

([1]) Voir : *Minéralogie de la France*, t. II, p. 191; *Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact*, 2e Mémoire, p. 50; *Les Pyrénées* (*roches cristallines*), p. 31. — *Voir* aussi : A. de Romeu, *Les roches filoniennes basiques de la région de l'Arbizon* (*Bulletin de la Société française de Minéralogie*, 1904, p. 87, Paris).

monte ensuite à travers les pâturages jusqu'au petit lac d'Arrou (2121^{m}) que l'on atteint après 4 heures de marche de Payole. Ce petit lac d'Arrou, flaque d'eau sans profondeur, alimenté par la fonte des neiges, peut être considéré comme la source de l'Adour.

C'est de ce point que l'on a la vue d'ensemble la plus nette sur les gisements dont la topographie est indiquée sur les diverses cartes d'une façon absolument méconnaissable. La vue s'étend au loin vers le Nord, sur des pentes douces et mamelonnées qui descendent jusqu'à la vallée de l'Adour et Payole; vers le Sud, au contraire, le regard ne se porte pas à plus de 2^{km} et est arrêté par des murailles rocheuses abruptes et désolées. Ces murailles dessinent très grossièrement deux demi-cercles à concavités tournées vers le Nord; l'un à l'Est est ce que, à l'exemple de M. A. Lacroix, nous appellerons le cirque d'Arbizon, du nom du pic (2831^{m}) qui le domine dans sa partie sud-est; l'autre est le cirque de Montfaucon, séparé du précédent à l'Est par le pic de Montfaucon (2724^{m}).

Cette région est constituée par les calcaires, les schistes et quartzites du carbonifère inférieur [1], qui y ont subi de très nombreux plissements. A peu de distance à l'Ouest, mais en dehors de nos gisements, s'étend l'important massif granitique de Néouvielle. Dans le cirque de Montfaucon et celui d'Arbizon, le granite n'apparaît qu'en très petits affleurements isolés, plaqués sur les flancs du pic de Montfaucon. C'est autour de ce pic et à la faveur de ces petits pointements granitiques et des roches filoniennes granitiques connexes que se sont développés ces phénomènes de contact, si grandioses, qui ont rendu cette région classique pour l'étude du métamorphisme; production d'axinite, idocrase, grossulaire, pyrénéite, prehnite, etc.

---

(1) D'après A. Bresson, *loc. cit.*, p. 174.

En plus des diverses roches précédentes, le pic de Montfaucon est aussi traversé par des fibres de roches non granitiques. On en observe en place un certain nombre sur le côté ouest du cirque d'Arbizon, surtout dans les derniers ravins, mais c'est dans les éboulis du fond du cirque de Montfaucon qu'il est possible de mieux les étudier. Les filons eux-mêmes sont, dans ce dernier cirque, assez difficiles à atteindre et, à cause des abrupts, la récolte des échantillons *in situ* n'y est pas toujours facile. Mais, par contre, les immenses éboulis qui tapissent les bords du pic contiennent d'énormes quartiers de roches de plusieurs dizaines de mètres cubes; souvent des filons entiers sont englobés dans ces blocs et l'on peut ainsi les étudier dans des conditions d'observation particulièrement favorables. C'est dans ces éboulis que l'on recueille en très grande abondance, et avec la plus grande facilité, les roches que nous avons choisies pour en faire le type Arbizon.

Ainsi que les roches du Lac Bleu, elles offrent tous les passages d'un type très vitreux à allure franchement volcanique, à un type diabasique presque holocristallin; à leur inverse cependant, c'est le type vitreux qui est ici prépondérant et aussi se différencie le plus nettement des autres types pyrénéens. Nous lui donnerons, dans notre description, une plus grande importance qu'au type diabasique qui se rapproche de celui décrit dans le Chapitre précédent, mais que toutefois l'on en distingue facilement.

§ 2. — *Type Arbizon à facies vitreux.*

C'est une roche à deux temps très tranchés de consolidation où, à l'œil nu, de très nombreux cristaux de feldspath plagioclase blanc, à cassure brillante, se détachent sur une pâte compacte de couleur gris noirâtre ou gris verdâtre.

La roche a absolument l'allure des anciens porphyres, et,

n'était sa couleur, on pourrait la comparer macroscopiquement au porphyre rouge antique du Djebel Dokan ou au porphyre vert du pays de Galles (voir *fig.* 1, *Pl. VI*).

Les feldspaths sont aplatis suivant g^1 (010); ils se présentent en baguettes allongées à cassures miroitantes et presque microtiniques, ne dépassant pas $0^m,01$ de plus grande dimension. Ils sont accompagnés, au premier temps, par de nombreuses mouches de pyrite et par quelques petits cristaux arrondis d'augite brun noirâtre.

Bien souvent, la roche éruptive englobe des fragments du quartzite qu'elle a traversé; comme elle n'a pas pu le digérer, le sédiment, de couleur très foncée, est très apparent dans la roche filonienne. Ce phénomène est surtout très marqué près des salbandes. Il s'est produit là une sorte de brèche de friction, due au frottement du magma très pâteux pendant son ascension.

Au microscope, les roches de ce type présentent une structure microlitique très nette, à deux temps très séparés de cristallisation, avec un résidu vitreux.

Les phénocristaux sont très nombreux, très bien développés; le plus souvent, ils présentent des formes propres. Ils sont entourés par des microlites très ténus, parfois filiformes, sans direction de fluidalité, qui sont eux-mêmes englobés par un verre plus ou moins abondant, suivant les échantillons (voir *fig.* 4, *Pl. V*).

La plupart des cristaux du premier temps sont de grands individus de plagioclases à formes géométriques et allongés en général perpendiculairement à g^1 (010); ils sont constitués par une andésine basique ne dépassant pas 40 pour 100 environ d'anorthite. La macle de l'albite se constate dans tous les cristaux; la macle de Carlsbad y est excessivement rare. Ils ne sont jamais zonés, mais leurs sections présentent souvent des facules moins biréfringentes.

Quoique montrant presque toujours des traces de décomposition plus ou moins développées, les cristaux de feldspath sont en général assez frais. C'est la décomposition en minéraux phylliteux qui est la plus fréquente; le plus souvent, ils sont transformés en muscovite (séricite), qui apparaît en très petites paillettes dans les clivages ou bien s'étale au contraire en larges plages. Parfois aussi les feldspaths sont mouchetés de calcite ; ils sont souvent aussi brisés en morceaux séparés par des microlites ou par de la matière vitreuse. Ces cassures se sont effectuées pendant que la roche n'était pas encore solidifiée; sa montée dans le filon était contrariée soit par le frottement des parois, soit par celui des enclaves.

L'augite ne joue au premier temps, dans ce type, qu'un rôle tout à fait accessoire. Elle est en cristaux de petite taille, souvent en grains arrondis comme si elle avait été partiellement digérée par le magma. Elle est maclée fréquemment suivant h^1 (**100**) et parfois suivant o^1 (**101**) (macle cruciforme par pénétration).

Elle est très limpide, souvent incolore, mais souvent aussi très faiblement teintée en lilas rosé très pâle ; elle possède une très grande dispersion et montre fréquemment la structure en sablier. Elle est postérieure au feldspath qu'elle moule parfois. Elle est en général très fraîche, quoiqu'en certains échantillons elle apparaisse partiellement transformée en pennine.

La pyrite est très abondante et crible certaines préparations.

Au deuxième temps ce sont encore les feldspaths qui dominent. Ils appartiennent à deux générations distinctes. Les uns, d'assez grande taille, allongés suivant pg^1 (**001**) (**010**), mais ayant parfois des formes carrées, sont peu abondants ; ils constituent un intermédiaire entre les phénocristaux et

les autres microlites feldspathiques, ceux-là très nombreux, filiformes, se pressant les uns contre les autres, ou, dans les échantillons peu cristallisés, nageant dans la matière vitreuse. Ils sont maclés suivant la loi de l'albite. Ils varient depuis l'andésine jusqu'à l'oligoclase s'éteignant sous de très petits angles, avec prépondérance de ce dernier feldspath.

L'augite, avec des caractères voisins de ceux du premier temps, y est plus abondante, mais elle peut aussi manquer complètement.

Dans certains échantillons le microscope nous a montré, à un très fort grossissement, de rares paillettes de biotite.

Enfin, le verre existe dans toutes ces roches ; parfois il est très abondant et constitue, par une diminution corrélative des microlites, la presque totalité de la pâte ; la roche devient alors une simple andésite.

§ 3. — *Type Arbizon à facies diabasique* (¹).

A l'œil nu, la roche ne possède pas la structure nettement porphyrique qui donne son cachet au type précédent ; de-ci de-là seulement d'assez rares cristaux de feldspaths blanc verdâtre et d'augite foncée apparaissent faiblement dans une pâte grisâtre peu compacte.

Les feldspaths sont ternes, d'aspect cireux, sans formes propres ; ils se détachent à peine sur la pâte, qui est ponctuée de petits grains d'augite et de très fines particules de pyrite.

Dans les échantillons les plus cristallins, on constate que

(¹) C'est ce type que nous avons désigné sous le nom de *type* B dans notre *Note sur les roches filoniennes basiques de l'Arbizon* (*Bulletin de la Société française de Minéralogie,* 1904, p. 87. Paris).

ces cristaux d'augite moulent les feldspaths et, par la diminution de la pâte, on voit la roche prendre l'aspect d'une fine mosaïque enchevêtrée de ces deux minéraux.

L'examen microscopique montre que les deux temps de cristallisation sont bien moins dissemblables que dans le type vitreux (voir *fig.* 2, *Pl. V*).

Les phénocristaux ne se distinguent que difficilement, par leur grande taille et leur forme plus géométrique, des cristaux du deuxième temps, qui, lui, est presque complètement holocristallin. Il est composé de feldspaths plagioclases allongés en grandes baguettes parallèlement à g^1 (**010**) et contenant entre eux de plus petits cristaux d'augite; c'est la structure intersertale (¹).

Le premier temps se compose essentiellement de grands cristaux de feldspath présentant la macle de Carlsbad et celle de l'albite, et offrant parfois de fines cassures transversales à l'allongement généralement perpendiculaire à g^1 (**010**). Comme ceux du type vitreux, ils ne sont pas zonés et appartiennent à l'andésine. Très souvent, ils sont très décomposés suivant le même mode que ceux du type vitreux. La pyrite ne fait jamais défaut. L'augite, par contre, manque très souvent; une plaque nous a offert une section avec les plans de réparation h^1 (**100**).

(¹) Dans notre Note antérieure sur ces roches, nous avons dit que ce type passait parfois à la structure ophitique. Depuis, l'étude d'un plus grand nombre d'échantillons de cette région nous a fait revenir sur cette opinion; elle nous a convaincu que la structure de ces roches ne devait pas, ainsi que nous l'avons dit plus haut, être rapprochée de celle des ophites typiques des Pyrénées. Dans ces dernières les plages d'augite sont bien plus développées; elles sont lardées, contiennent même complètement des bâtonnets de feldspath de taille beaucoup plus petite. Cela ne se produit jamais dans les roches de l'Arbizon, où les feldspaths ont des dimensions beaucoup plus considérables que celles du pyroxène, qui n'en englobe les extrémités qu'accidentellement et en plages très réduites (voir *fig.* 1, *Pl. V*).

Au deuxième temps, les cristaux de feldspath possèdent de plus grandes dimensions que ceux de l'autre type ; ils sont en général remarquablement frais, même quand la roche est criblée de pennine et de nodules de calcite. Ils appartiennent à l'oligoclase-andésine et à l'andésine. Ils se présentent souvent en baguettes allongées perpendiculairement à g^1 (**010**), enchevêtrées entre elles et renfermant dans les espaces ainsi formés de petits cristaux d'augite et de la pennine résultant de la décomposition du résidu vitreux.

Il existe un peu de biotite en très petites paillettes.

Ces roches sont donc des diabases intersertales comme celles du Lac Bleu. Cependant elles peuvent facilement se distinguer les unes des autres. Le feldspath de celle de l'Arbizon semble être un peu plus acide que l'autre; les dimensions du feldspath du deuxième temps sont moindres aussi et présentent à un moindre degré le caractère géométrique de bâtonnets. De plus, elle paraît considérablement moins riche en silicate ferro-magnésien.

Entre nos deux facies du type Arbizon, il existe de nombreux termes de passage (voir *fig.* 3, *Pl. V*). Ils se trouvent soit parfois dans un même filon en allant du bord au centre, soit dans les filons séparés dont ils constituent la totalité. On constate d'abord que le verre du type vitreux devient plus riche en microlites; ces derniers se développent de plus en plus comme taille jusqu'à atteindre presque celle des phénocristaux. De plus, l'augite, peu abondante dans les roches à facies vitreux, augmente peu à peu jusqu'à atteindre son maximum dans les roches à facies franchement diabasique. Cela s'explique facilement si l'on considère que, le pyroxène étant postérieur au feldspath, dans la roche hypocristalline l'élément feldspathique s'était formé déjà en grande partie, tandis que le métasilicate non cristallisé encore se trouvait dans le magma vitreux.

§ 4. — *Composition chimique.*

Nous donnons la composition chimique de :

a. Andésite augitique, très vitreuse, de l'Arbizon.
b. Diabase intersertale, de l'Arbizon.
c. Diabase intersertale, à tendance ophitique, de l'Arbizon.

	SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	H^2O.	TiO^2.	P^2O^5.	SOMME.
a...	51,61	19,31	tr.	8,93	4,35	3,83	5,37	1,90	3,12	2,17	0,64	101,23
b...	47,81	19,10	1,35	8,45	5,10	6,88	3,57	1,98	4,00	2,43	0,63	101,30
c...	46,60	18,90	1,98	8,21	6,41	8,52	2,50	1,69	3,10	1,80	0,30	100,01

Ces roches sont chimiquement très proches de celles du Lac Bleu; nous renvoyons à ce que nous avons dit de ces dernières comparées aux ophites pyrénéennes.

§ 5. — *Autres gisements dans les Pyrénées.*

En dehors de l'Arbizon les roches de ce type sont relativement peu nombreuses; de plus nous avons généralement constaté des roches plus voisines de la variété diabasique que de la variété vitreuse.

Cette dernière, nous ne l'avons observée que dans un filon des *environs de Luz* et dans deux échantillons de la collection de M. A. Bresson, l'un provenant des bords du *Lac Berson* et l'autre de la *vallée de Gaziès* (Hautes-Pyrénées); encore le deuxième temps de ces roches est-il moins vitreux qu'à l'Arbizon. Quelques andésites augitiques des *environs de Cauterets* (Ardiden, vallée du Pont d'Espagne, ouest du Moné)

se placent entre les deux extrêmes; nous y rangeons aussi quelques filons de la *vallée d'Azun,* qui présentent la particularité de posséder des minéraux de dimensions moindres que ceux des roches précédentes.

Dans le massif de Néouvielle (*Lac de Portbieil*, *Lac de Caderolles*) nous avons recueilli quelques diabases intersertales. Des roches semblables existent dans les *environs de Luz et de Barèges.*

Parmi les roches provenant de la région laurentienne au nord de *Montréal* (Canada) et qui nous ont été communiquées par M. Frank D. Adams, celle qui vient du Palp mill sur la rivière du nord en haut de Saint-Jérôme nous semble à rapprocher des roches de passage de l'Arbizon. C'est une diabase intersertale à temps peu tranchés où l'augite, plus abondante que dans nos roches françaises, semble moins titanifère. Ce pyroxène y est à peu près contemporain des feldspaths, qui sont moins allongés que les nôtres. Il y a une grande abondance de magnétite et l'on constate un peu de biotite.

CHAPITRE VII.

TYPE PIQUETTE DERAS LIDS ET ROCHES NON COMPRISES DANS LES TYPES PRÉCÉDENTS.

§ 1. — *Généralités.*

Ce type est constitué par une *andésite augitique à hornblende, augite et andésine.* Ce sont ces trois derniers minéraux qui lui impriment une physionomie particulière; ils se trouvent en cristaux ayant parfois plusieurs centimètres de plus grande dimension, réunis le plus souvent en agrégats qui tranchent sur le fond gris foncé d'une pâte irrésoluble à l'œil nu (voir *fig.* 2, *Pl. VI*).

Ils ont frappé depuis longtemps les observateurs et, aux environs de Barèges, ils sont connus depuis la fin du XVIIIe siècle en même temps que les minéraux classiques de la région que ne manque pas de citer aucun des vieux auteurs (axinite, pyrénéite, asbeste).

Ces roches sont surtout abondantes dans le ravin d'Escoubons et sur les flancs de la Piquette deras Lids. Elles sillonnent en filons les sédiments dévoniens fortement métamorphisés par le granite du massif de Néouvielle en cornéennes, grenatites, épidotites, roches à axinite (limurite), etc. Elles sont postérieures au granite qu'elles recoupent. Il est à remarquer que ces roches ne se rencontrent que le long de la vallée du Bastan, surtout aux environs de Barèges ; leur prédominance est à la Piquette deras Lids, mais on en rencontre dans les vallons des torrents qui jusqu'au col du Tourmalet se déversent par la rive gauche dans le Bastan ; on en

rencontre aussi en aval dans le torrent de l'Ise qui se jette en amont de Luz ([1]).

J'en ai trouvé des filons assez rares, sur les crêtes qui dominent la rive droite du Bastan et qui de l'autre côté surplombent le Lac Bleu; mais en cet endroit la hornblende et le feldspath ne sont pas groupés entre eux en gros nodules et l'on n'aperçoit que de gros cristaux isolés qui nagent dans la pâte. Ailleurs dans les Pyrénées je n'ai observé cette roche qu'en un seul point, ainsi que nous le verrons plus loin ([2]).

La pâte de la roche est constituée par des microlites de feldspath acide et d'augite. Quand on examine une partie de la préparation où il n'existe pas de phénocristaux on croirait avoir devant soi telle ou telle roche du Lac Bleu ou de l'Arbizon. Mais, quand l'œil rencontre les énormes agrégats grenus, on est amené à séparer très nettement ces roches des précédentes (voir *fig.* 2, *Pl. II*).

La hornblende et les feldspaths plagioclases, souvent dans un état très grand de fraîcheur, sont arrondis par corrosion dans le magma; ils contiennent parfois entre eux de la biotite, de la magnétite, du grenat et quelquefois de l'augite. Ces derniers minéraux, sauf l'augite, se rencontrent aussi seuls; leurs dimensions atteignent parfois 3^{mm} à 4^{mm}.

La structure de la roche est donc à deux temps : suivant les échantillons elle est presque holocristalline ou bien nettement hypocristalline. Dans ce dernier cas, on voit des microlites qui nagent dans une pâte très abondante mais complètement décomposée.

([1]) Échantillon recueilli par M. A. Bresson.

([2]) Dans notre Note antérieure sur les roches de cette région, nous avions fait de ce type un sous-type B' d'une des roches de l'Arbizon d'après un échantillon qui nous avait été communiqué. Depuis, une étude approfondie de la région de l'Arbizon nous a montré que ce type n'y existait pas et que par suite cette origine n'avait été indiquée que par erreur d'échantillonnage. Cette roche ne peut provenir que des environs de Barèges.

Les phénocristaux sont constitués par une andésite à environ 38 à 40 pour 100 d'anorthite [1]. Ils sont en général très frais, à aspect microtinique et présentent la macle de Carlsbad et celle de l'albite. Ils ne sont que rarement zonés ; cependant la section perpendiculaire à n_p, dont il est question dans la note infrapaginale, nous a montré un cristal ayant sur le bord un léger zonage avec bord arrondi par un commencement de digestion dans le magma.

Parfois le minéral est très décomposé en muscovite et ne laisse apparaître que de place en place des plages parfaitement intactes.

La hornblende forme des cristaux de 3^{cm} à 4^{cm} de longueur ; elle semble antérieure au feldspath et, dans l'ensemble des roches, moins abondante que lui. Elle est très polychroïque :

n_g = brun rougeâtre,
n_m = brun,
n_p = jaune brunâtre.

Dans $g^1(010)$, n_g fait avec $mm(110)(\bar{1}10)$ un angle de 8° à 10°.

L'apatite se rencontre dans presque toutes les préparations en grains assez volumineux dans les minéraux précédents ou en grains ou bâtonnets libres à l'intérieur de la pâte.

La magnétite se trouve souvent aussi en minéral isolé faisant partie de l'agrégat. Enfin, la biotite et l'augite sont des minéraux tout à fait accidentels. La biotite est enclavée entre deux minéraux ou bien existe seule dans la pâte ; dans ce dernier cas elle a perdu la plupart de ses caractères propres et tend à devenir un minéral trouble opaque; il en est de même de la hornblende.

---

[1] Des sections perpendiculaires à n_g et à n_p nous ont en effet donné respectivement des angles d'extinction de 17° et de 11°.

L'augite se trouve englober la hornblende en micropegmatite. Il semblerait que l'amphibole ait commencé à se produite tout d'abord et que, les conditions magmatiques venant à se modifier, la solidification se soit continuée en une augite diallagique peu colorée.

Enfin il nous reste peu de choses à dire de la pâte. Elle paraît se rapprocher du type Arbizon dans ses variétés très cristallines ; l'augite est abondante en petits cristaux au milieu de microlites de plagioclases acides (andésine). Dans les types vitreux, les microlites feldspathiques existent seuls ou dominent franchement; leur forme se rapproche du type vitreux du Lac Bleu quand ces dernières roches renferment peu de phénocristaux.

§ 2. — *Composition chimique.*

Nous donnons ci-dessous l'analyse de :

a. Andésite augitique à andésine, augite et hornblende, de la Piquette deras Lids.

b. Hornblende, de cette même roche.

	SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	H^2O.	TiO^2.	P^2O^5.	SOMME.
a...	47,25	18,80	tr.	8,20	4,81	9,05	2,62	2,38	4,10	2,34	0,50	100,05
b...	38,51	14,41	»	13,10	10,40	14,10	2,37	1,13	1,25	5,90	0,13	101,30

Nous nous bornons ici à enregistrer ces nombres en renvoyant au Chapitre VIII pour l'examen des affinités chimiques de cette roche. Disons cependant qu'elle est très voisine de l'ensemble de celles du Lac Bleu et de l'Arbizon et qu'elle n'en diffère que par sa teneur moindre en magnésie.

§ 3. — *Autre gisement dans les Pyrénées.*

Nous rapportons à ce type une roche que nous avons trouvée dans les Pyrénées-Orientales sur le flanc gauche de la vallée du Tech, à peu de distance de la route d'Arles-sur-Tech à Prats-de-Mollo, en aval du village du Tech et au-dessus de la ferme de *Puig-Rodon.*

Au milieu des arènes formées par la décomposition d'un granite très amphibolique ([1]), j'ai recueilli quelques échantillons que j'estime devoir appartenir à un filon, mais que l'état d'altération du terrain englobant ne m'a pas permis de mieux observer.

Ils présentent des phénocristaux de plagioclase, de hornblende brune et parfois d'apatite, les uns et les autres en voie de résorption. Le reste de la roche est formé par des microlites allongés de plagioclases acides accompagnés d'augite sans résidu vitreux abondant. Parfois, on remarque des agrégats microscopiques presque grenus de plagioclase et de hornblende qui ont tout à fait, en petit, l'allure de la roche de la vallée du Lys.

§ 4. — *Roches ne pouvant se rapporter aux types précédents.*

En dehors des cinq types principaux précédents, il existe dans les Pyrénées quelques roches aberrantes qu'il nous a été impossible d'y rattacher.

M. A. Lacroix a cité ([2]) une roche filonienne très altérée

([1]) Certainement par digestion endomorphique d'assises calcaires.

([2]) *Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact,* 2e Mémoire, etc., p. 43.

recueillie sur le front du *glacier des Gourgs blancs* (Hautes-Pyrénées); à l'œil nu, elle offre un aspect variolitique très net; malheureusement, au microscope, on n'y distingue plus que des feldspaths groupés sphérolitiquement, dont les fibres sont allongées négativement et s'éteignent en long.

Dans la région du massif du Pic du Midi, au *sud du Lac Bleu,* nous avons observé un filon de labradorite micacée avec, au premier temps, quelques rares phénocristaux mal développés de plagioclase. La biotite du deuxième temps est si abondante que, sans hésitation, on peut ranger cette roche dans le groupe des lamprophyres.

M. A. Lacroix nous a remis des échantillons d'un filon qu'il a trouvé au milieu du granite du *col de la Couillade-en-Suc* (massif du pic des Trois-Seigneurs, Ariège) [1].

A l'œil nu, cette roche est d'aspect basaltique, noirâtre et compacte, sans qu'on y puisse rien distinguer. Au microscope, on constate que la pâte qui constitue la presque totalité des préparations est formée en majeure partie par une très grande abondance de microlites d'une amphibole brune sodique, la barkévicite; cette dernière est accompagnée par quelques microlites d'augite plus ou moins violacée, par de très nombreux petits grains de magnétite et par des microlites ou des plages de plagioclase qui englobent tous les minéraux précédents sans résidu vitreux. La roche a absolument le facies d'une roche à néphéline; cependant nous n'avons pas pu déceler ce dernier minéral.

Les phénocristaux sont peu nombreux et de petite taille; ils sont constitués surtout par de l'augite, quelquefois par une apatite en voie de résorption. L'abondance de la barkévicite, qui donne sa physionomie particulière à la roche et la rend bien différente de toutes les autres de la chaîne, la

---

[1] Voir *Minéralogie de la France et de ses colonies,* t. I, etc., p. 676.

place sans hésitation dans le groupe des lamprophyres; cette considération jointe à ses autres caractères nous la fait classer parmi les camptonites.

Les plaques minces de cette roche sont parsemées de taches plus leucocrates que le reste de la préparation, taches de 2^{mm} à 3^{mm} de diamètre qui sont constituées par des lamelles de biotite nageant dans une masse de feldspaths plagioclases allongés pour la plupart parallèlement à pg^1 (**001**) (**010**); le centre de ces nodules est souvent formé par un noyau de calcite.

Parfois ces taches claires possèdent des dimensions beaucoup moindres, mais par contre deviennent très nombreuses dans une préparation. On constate qu'en petit elles possèdent la même constitution que les précédentes, mais que la biotite y est totalement absente.

Rappelons que, si cette roche est unique dans toute la chaîne, nous avons signalé [1] que les enclaves microscopiques situées dans une roche du type Lac Bleu recueillie dans les environs de Camparnas (Hautes-Pyrénées) présentent avec celles-ci les plus grandes analogies.

---

[1] *Voir* p. 64.

CHAPITRE VIII.

RAPPORTS CHIMIQUES.

§ 1. — *Rapports chimiques de nos roches entre elles.*

Dans le Tableau I, nous avons rapproché la composition centésimale de nos différentes roches ([1]).

a. Microdiorite à hornblende et labrador (type Vallée du Lys) du Serrat de Soupère, près Bagnères-de-Luchon.

b. Microdiorite à hornblende et labrador, type, de la vallée du Lys, éboulis.

c. Microdiorite à hornblende et labrador, type, de la vallée du Lys, Coume de Nère.

d. Labradorite amphibolique à hornblende, type, du Riou-Maou, près Luz.

e. Andésite augitique, type, facies volcanique, de l'Arbizon.

f. Diabase intersertale, type, de l'Arbizon.

g. Diabase intersertale à tendance ophitique, de l'Arbizon.

h. Labradorite augitique, type, facies volcanique, du Lac Bleu.

i. Labradorite augitique, terme de passage, du Lac Bleu.

j. Diabase intersertale, type, du Lac Bleu.

k. Andésite augitique à hornblende, augite et andésine, type, de la Piquette deras Lids, près Barèges.

([1]) Au-dessous de chaque chiffre relatif à la teneur des différents éléments, nous avons fait figurer en petits caractères le nombre de molécules qu'ils représentent.

TABLEAU I. — COMPOSITION CENTÉSIMALE.

	SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	H^2O.	CO^2.	TiO^2.	P^2O^5.	SOMME.
a. Vallée du Lys α	63,55 1.059	15,60 153	tr.	5,10 071	3,65 091	4,49 080	2,55 041	2,92 031	1,50	»	0,91 011	0,19 001	100,46
b. Vallée du Lys β	59,00 983	15,50 152	tr.	6,20 086	5,95 149	4,08 073	2,54 040	3,08 033	2,00	»	1,03 013	0,18 001	99,56
c. Vallée du Lys γ	61,10 1.018	15,60 153	tr.	5,38 073	4,52 143	4,32 077	2,90 047	4,12 044	2,00	»	1,03 013	0,31 002	101,28
d. Riou-Maou	56,51 942	17,90 175	0,08 001	5,72 079	5,58 139	8,64 154	2,72 044	0,82 009	0,50	»	0,86 011	0,15 001	99,48
e. Arbizon α............	51,61 860	19,31 189	tr.	8,93 124	4,35 109	3,83 068	5,37 087	1,90 020	3,12	»	2,17 028	0,64 004	101,23
f. Arbizon β............	47,81 797	19,10 187	1,35 008	8,45 117	5,10 127	6,88 123	3,57 058	1,98 020	4,00	»	2,43 030	0,63 004	101,30
g. Arbizon γ............	46,60 777	18,90 185	1,98 012	8,21 114	6,41 160	8,52 152	2,50 040	1,69 018	3,10	»	1,80 023	0,30 002	100,01
h. Lac Bleu α..........	46,25 771	17,70 174	0,48 003	8,50 118	6,29 132	7,53 134	3,82 061	2,80 030	3,65	1,45 033	2,62 033	»	101,09
i. Lac Bleu β..........	45,90 765	16,81 165	tr.	10,40 144	7,23 181	8,91 159	3,07 050	0,39 004	3,65	0,60 014	2,46 031	0,07 001	99,49
j. Lac Bleu γ..........	47,51 792	17,81 175	1,42 009	8,72 121	8,05 201	8,20 146	3,45 055	1,21 013	2,63	»	2,02 025	»	101,02
k. Piquette deras Lids...	47,25 787	18,80 184	tr.	8,20 114	4,81 120	9,05 162	2,62 042	2,38 026	4,10	»	2,34 029	0,50 004	100,05

Dans les lignes qui suivent, nous étudierons les rapports chimiques de nos roches successivement d'après la méthode américaine et d'après la méthode de M. Michel Lévy. Nous entrerons dans quelques détails dans l'application de la première, moins bien connue que la seconde du public français; en ce faisant, nous ne croyons pas être inutile au minéralogiste ou au géologue, lecteur non spécialisé, qui consulte un Mémoire de pétrographie.

A. ***Méthode de MM. Cross, Iddings, Pirsson, Washington.*** — Le Tableau II et le Tableau III sont relatifs à la classification américaine de MM. W. Cross, J. P. Iddings, L. V. Pirsson, H. S. Washington (1).

Cette classification, comme on le sait, ne s'appuie ni exclusivement sur la composition minéralogique de la roche comme notre classification française, ni sur sa seule composition chimique. Elle se base sur des notions qui procèdent de ces deux ordres de considérations. Elle se base sur ce que les auteurs appellent la ***standard mineral composition*** ou composition minéralogique virtuelle; ils l'opposent à la ***actual mineral composition*** ou composition minéralogique réelle, telle qu'elle résulte de l'examen d'une plaque mince.

S'appuyant principalement sur ce fait qu'un magma de composition chimique déterminée peut, suivant les conditions de refroidissement, donner naissance à des roches de compositions minéralogiques très différentes, MM. Cross, Iddings, Pirsson et Washington ne veulent pas tenir compte de cette composition minéralogique actuelle; ils considèrent au contraire la composition minéralogique virtuelle, qu'ils font découler de la composition chimique centésimale par

---

(1) *Quantitative classification of igneous rocks*, Chicago, 1903.

une série de règles tirées de notre connaissance des associations minéralogiques habituelles dans les roches.

Pour calculer facilement cette composition minéralogique virtuelle, on traduit tout d'abord la teneur centésimale de chacun des éléments en nombre de molécules. Cette transformation se fait sans difficulté en divisant le poids de l'élément par son poids moléculaire; les auteurs l'ont encore simplifiée en établissant à la fin de leur volume des tableaux qui fournissent ces nombres par une simple lecture.

Ceci posé, quels sont les procédés appliqués pour parvenir à cette composition minéralogique virtuelle? Nous nous bornons à exposer ceux qui s'appliquent pour le calcul de nos roches :

1° On commence par saturer l'anhydride phosphorique de la quantité suffisante de chaux. 1^{mol} de P^2O^5 s'allie à 3^{mol} de CaO pour former 1^{mol} d'apatite ($P^2O^5.3CaO$).

2° L'oxyde de titane est combiné molécule à molécule avec l'oxyde ferreux pour former de l'ilménite ($TiO^2.FeO$).

3° L'oxyde ferrique est uni à la quantité suffisante d'oxyde ferreux pour faire de la magnétite ($Fe^2O^3.FeO$).

4° La totalité de la potasse est combinée aux quantités nécessaires d'alumine et de silice pour donner de l'orthose ($K^2O.Al^2O^3.6SiO^2$).

5° De même pour la soude avec laquelle on forme de l'albite ($Na^2O.Al^2O^3.6SiO^2$).

6° On unit ensuite molécule à molécule ce qui reste de la chaux et ce qui reste de l'alumine, et, avec ce qu'il faut de silice, on fait de l'anorthite ($CaO.Al^2O^3.2SiO^2$). Deux cas peuvent se présenter dans cette opération :

a. L'alumine est en excès; on en fait du corindon (Al^2O^3);

b. La chaux est en excès; on la combine avec des quantités suffisantes d'oxyde ferreux et de magnésie (ces deux

derniers étant pris proportionnellement à leurs quantités respectives résiduelles) d'après la formule d'un métasilicate que l'on rapproche du diopside [$CaO.SiO^2 + (Mg, Fe)O.SiO^2$].

7° Nous ne nous trouvons plus en présence que de silice, magnésie et oxyde ferreux. Plusieurs cas s'offrent à nous :

a. La silice est en quantité suffisante pour saturer la magnésie et l'oxyde ferreux sous forme de métasilicate. On fait alors de l'hypersthène [$(Mg, Fe)O.SiO^2$] et le reste de la silice est calculé comme quartz (SiO^2).

b. La silice est en quantité insuffisante pour saturer la magnésie et l'oxyde ferreux sous forme de métasilicate. On calcule alors une partie de la silice sous forme d'orthosilicate et l'on fait de l'olivine [$2(Fe, Mg)O.SiO^2$] et de l'hypersthène [$(Fe, Mg)O.SiO^2$].

c. La silice est en quantité insuffisante pour saturer la magnésie et l'oxyde ferreux sous forme d'orthosilicate. Le nombre de molécules de silice qui manque est pris au détriment de l'albite et, à la place de ce dernier minerai seul, on calcule deux minéraux : albite ($Na^2O.Al^2O^3.6SiO^2$) et néphéline ($Na^2O.Al^2O^3.2SiO^2$) suivant la proportion convenable.

Nous pouvons dès maintenant faire quelques remarques relatives à la concordance de la composition minéralogique virtuelle et de la composition minéralogique réelle. La comparaison de notre Tableau II et de la description que nous avons donnée de nos différentes roches, montre des divergences notables entre ces deux compositions.

Le corindon, la néphéline et l'hypersthène ne se constatent en particulier jamais dans nos roches comme minéraux réels; le quartz n'existe dans quelques-unes d'entre elles que comme minéral tout à fait accidentel; l'olivine n'est soupçonnable dans quelques autres qu'à l'état de cristaux décomposés, reconnaissables à leur forme, et, en tout

cas, elle n'entrait pas dans la roche suivant l'importante proportion qu'indique la composition minéralogique virtuelle.

A côté de cela, constatons que des minéraux qui jouent dans notre série un rôle prépondérant, tels que la hornblende ne sont pas représentés dans cette composition minéralogique virtuelle de par la forme même de son calcul.

Constatons, en outre, que la roche virtuelle est beaucoup plus riche en éléments feldspathiques que la roche véritable. On attribue, en effet, à ces derniers minéraux la totalité des alcalis et une partie de l'alumine qui entraient dans la composition des métasilicates (hornblende et augite). La roche virtuelle paraîtra donc beaucoup plus riche en éléments blancs, c'est-à-dire beaucoup plus leucocrate, que ne l'est la roche actuelle.

Le principe de la composition minéralogique virtuelle, une fois admis, le remplacement de minéraux, dont la composition chimique est très variable dans les différentes roches, par des minéraux à composition chimique plus constante s'imposait. Toutefois, plusieurs se demandent s'il était véritablement préférable de substituer à la composition minéralogique actuelle de la roche, qui est quelque chose d'objectif immédiatement constatable, de substituer une composition créée de toutes pièces avec des minéraux dont la composition chimique est enfermée dans des cadres étroits qui, pour quelques-uns, correspondent mal avec les analyses connues.

Cependant, il est impossible de nier que cette façon d'opérer n'ait d'importants avantages. En particulier, elle met en évidence un fait intéressant; sauf pour le quartz (et encore a-t-on observé du quartz dans les roches du dôme de la Montagne Pelée), la composition minéralogique virtuelle représente en général assez bien ce que serait la composition minéralogique de la roche par fusion purement ignée.

TABLEAU II. — COMPOSITION MINÉRALOGIQUE VIRTUELLE.

	QUARTZ.	CORINDON.	ORTHOSE.	ALBITE.	ANORTHITE.	NÉPHÉLINE.	DIOPSIDE.	HYPERSTHÈNE.	OLIVINE.	MAGNÉTITE + ILMÉNITE.	APATITE.	FELDSPATH TOTAL.	TENEUR en anorthite du feldspath total.	SOMME des éléments blancs.	SOMME des éléments colorés.
a. Vallée du Lys α....	19,32	0,41	17,24	21,48	21,41	»	»	17,02	»	1,67	0,34	60,13	35,6	79,86	19,03
b. Vallée du Lys β ...	10,98	0,92	18,35	20,96	19,46	»	»	24,54	»	1,98	0,34	58,77	34,0	70,67	26,86
c. Vallée du Lys γ....	10,04	»	24,46	24,63	17,24	»	2,04	18,49	»	1,98	0,67	66,33	26,1	76,37	23,18
d. Riou-Maou	8,70	»	5,00	23,06	33,92	»	6,55	19,56	»	1,90	0,34	61,98	55,0	70,68	28,35
e. Arbizon α	»	2,65	11,12	45,59	15,57	»	»	0,80	16,83	4,26	1,34	72,88	21,4	71,93	23,33
f. Arbizon β	»	»	11,12	30,39	30,30	»	0,46	1,13	15,95	6,42	1,34	71,81	42,3	71,81	25,30
g. Arbizon γ	»	»	10,01	20,96	35,31	»	4,32	5,98	13,35	6,28	0,67	66,28	53,5	66,28	30,60
h. Lac Bleu α........	»	»	16,68	20,51	23,07	6,24	4,11	»	18,65	5,72	»	60,26	38,3	66,50	28,48
i. Lac Bleu β........	»	»	2,22	26,20	30,86	»	7,12	5,71	17,43	4,71	0,34	59,28	52,0	59,28	35,31
j. Lac Bleu γ	»	»	7,23	24,63	29,75	2,27	9,00	»	19,64	5,89	»	61,61	48,4	63,88	34,53
k. Piquette deras Lids.	»	»	14,46	16,77	32,25	2,84	7,79	7,83	8,48	4,41	1,34	66,32	50,0	66,32	29,85

Quoi qu'il en soit et ceci posé, la composition minéralogique virtuelle étant dès lors déterminée et le nombre de molécules de chaque minéral étant connu, on établit ensuite la composition centésimale en poids de chacun des minéraux. Cette opération se fait en multipliant le nombre de molécules par le poids moléculaire du minéral; la simple lecture de Tableaux très commodes donnés dans l'Ouvrage américain permet encore d'opérer sans calcul.

Le Tableau II nous montre la composition minéralogique virtuelle quantitative de nos roches; nous y avons joint plusieurs indications supplémentaires. Ce sont d'abord celle du feldspath total et celle de la teneur en anorthite du feldspath total; cette dernière fournit une notion utile de l'acidité moyenne du feldspath. Nous y avons ajouté deux colonnes, l'une donnant la somme des éléments blancs, et l'autre la somme des éléments colorés. Ces derniers chiffres sont intéressants à connaître en tout état de cause; de plus, ils servent de base à la classification américaine, comme nous allons le voir dans les lignes qui suivent.

MM. Cross, Iddings, Pirsson et Washington rangent la totalité des roches en cinq classes, segmentées chacune en un certain nombre d'ordres, qui se divisent en rangs, subdivisés eux-mêmes en subrangs.

La classe d'une roche est déterminée par ce qu'ils appellent le rapport $\frac{\text{sal}}{\text{fem}}$, où *sal* représente la somme des éléments blancs en poids (quartz, feldspaths, néphéline, corindon), et *fem* la somme des éléments colorés en poids (diopside, hypersthène, olivine, apatite, magnétite, ilménite) (1). Le

(1) Il est bien entendu que, dans cette énumération de minéraux et dans les explications qui suivent, nous ne généralisons pas. Nous nous bornons à rendre compte de l'application de la méthode en nous limitant strictement à nos roches.

terme *sal* est formé par la première lettre du mot silice et les deux premières lettres du mot alumine; *fem* est constitué avec les premières lettres de ferro-magnésien. Les auteurs de cette classification ont choisi les rapports $\frac{7}{1}$, $\frac{5}{3}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{1}{7}$, comme limites des différentes classes. Nos roches, pour lesquelles le rapport $\frac{sal}{fem}$ est compris entre $\frac{7}{1}$ et $\frac{5}{3}$, se rangent dans la deuxième classe.

Le rapport $\frac{sal}{fem}$, mesurant la proportion relative des éléments blancs et des éléments colorés, apprécie mathématiquement la richesse de la roche en éléments ferro-magnésiens; l'estimation de cette richesse, faite autrefois sur le vu d'une plaque mince, était traduite par les épithètes hololeucocrates, leucocrates, mésocrates, mélanocrates et holomélanocrates. Certains pétrographes français ont proposé d'établir une concordance entre les cinq classes américaines et ces cinq adjectifs. Nous constatons que les roches de notre série pyrénéenne, d'après le rapport $\frac{sal}{fem}$, pourraient être qualifiées de leucocrates, tandis que l'examen au microscope ne nous permet, pour aucune, de les situer dans ce groupe. En réalité, elles sont à placer dans le groupe mésocrate. Ce que nous avons dit plus haut de l'enrichissement en éléments blancs, d'après la marche même du calcul de la composition minéralogique virtuelle, qui leur attribue la totalité de l'alumine, nous permettait de prévoir ce fait.

Les ordres sont définis par le rapport $\frac{Q \text{ (ou N)}}{F}$, où Q représente le poids du quartz, F celui du feldspath total et N celui de la néphéline. Les valeurs limites sont les mêmes que pour les ordres; il en sera encore ainsi pour les rangs et les sub-

rangs. Nos roches se rangent pour la plupart dans l'ordre 5; trois seulement figurent dans l'ordre 4.

Les rangs sont exprimés par le rapport $\frac{K^2O + Na^2O}{CaO}$. K^2O et Na^2O représentent le nombre de molécules de potasse et de soude; CaO est le nombre de molécules de chaux contenue dans l'anorthite. Ce rapport apprécie en somme l'acidité des feldspaths. Nos roches se répartissent à peu près également dans les rangs 3 et 4; une seule trouve place dans le rang 2.

Les subrangs sont exprimés par $\frac{K^2O}{Na^2O}$, rapport du nombre de molécules de potasse au nombre de molécules de soude. Notre série pyrénéennne oscille entre les subrangs 3 et 4.

Dans le Tableau III, nous donnons les numéros des ordres, classes, rangs et subrangs de nos différentes roches; nous indiquons à côté le nom, plus ou moins euphonique, qu'elles possèdent dans la nouvelle nomenclature américaine, qui suit pas à pas la classification.

Nous avons vu que des limites nettes avaient été prises pour les rapports $\frac{sal}{fem}$, $\frac{Q}{F}$, etc., en vue d'établir les classes, ordres, etc. Ces coupures sont susceptibles d'éloigner dans la classification deux roches chimiquement très proches; inversement deux roches rangées sous le même nom peuvent présenter des différences chimiques considérables. Pour ces raisons nous estimons utile, dans l'étude d'une série pétrographique, d'envisager, à côté des chiffres qui marquent les divisions, les valeurs numériques des différents rapports. C'est ce que nous avons fait dans notre Tableau III.

Par exemple la considération du rapport caractéristique des ordres, $\frac{Q}{F}$, nous permet de séparer des autres les roches du type Riou-Maou et du type Vallée du Lys. En effet ce rapport y est égal à 0,31, 0,16, 0,14, 0,18, tandis qu'il ne

TABLEAU III. — MÉTHODE DE MM. CROSS, IDDINGS, PIRSSON ET WASHINGTON.

	$\frac{\text{Sal}}{\text{Fem}}$.	CLASSE.		$\frac{\text{Quartz, néphéline}}{\text{Feldspath}}$.	ORDRE.		$\frac{K^2O + Na^2O}{CaO}$.	RANG.		$\frac{K^2O}{Na^2O}$.	SUBRANG.	
a. Vallée du Lys α...	4,19	Dosalane	II	0,31	Austrare	IV	0,94	Tonalase	III	0,76	Harzose	III
b. Vallée du Lys β...	2,63	»	»	0,18	»	»	1,04	»	»	0,82	»	»
c. Vallée du Lys γ...	3,30	»	»	0,161	»	»	1,47	»	»	0,94	»	»
d. Riou-Maou........	2,49	»	»	0,141	Germanare	V	0,44	Hessase	IV	0,20	Hessose	»
e. Arbizon α.........	3,19	»	»	0,00	»	»	1,91	Monzonase	II	0,23	Akerose	IV
f. Arbizon β.........	2,84	»	»	0,00	»	»	0,72	Andase	III	0,34	Andose	IV
g. Arbizon γ.........	2,12	»	»	0,00	»	»	0,21	Hessase	IV	0,45	Hessose	III
h. Lac Bleu α........	2,33	»	»	0,103	»	»	1,09	Andase	III	0,49	Andose	IV
i. Lac Bleu β........	1,68	»	»	0,00	»	»	0,49	Hessase	IV	0,08	Hessose	III
j. Lac Bleu γ........	1,85	»	»	0,03	»	»	0,53	»	»	0,23	»	»
k. Piquetto deras Lids.	2,22	»	»	0,02	»	»	0,71	Andase	III	0,62	Shoshonose	»

s'élève qu'à 0,10, 0,03, 0,02, 0,00 pour les autres. Par ce moyen nous pouvons donc établir deux groupes qui concordent parfaitement avec les types minéralogiques que nous avons distingués par la présence ou l'absence d'amphibole. Cette analogie des roches de Riou-Maou et de la Vallée du Lys et leur dissemblance avec le reste de la série eussent été masquées par la considération seule des numéros des divisions.

Les rapports caractéristiques de la classification américaine apprécient en définitive tous, sous une forme plus ou moins détournée, les quantités relatives des différents minéraux qui entrent dans la composition minéralogique virtuelle. Nous pouvons donc aussi bien considérer ces minéraux qualitativement et quantitativement en eux-mêmes que les rapports de minéraux ou de groupes de minéraux les uns aux autres; les indications seront du même ordre puisque l'existence de ces minéraux et leur teneur sont uniquement fonctions de la composition chimique.

La considération de la présence ou de l'absence de quartz virtuel ou bien celle de l'absence ou de la présence corrélatives d'olivine virtuelle nous permet immédiatement de faire deux grandes coupures.

Les ROCHES A QUARTZ VIRTUEL appartiennent au type Vallée du Lys et au type Riou-Maou. Elles se rangent dans les ordres 4 et 5. Nos autres roches se classent aussi dans cet ordre 5, mais celles de la Vallée du Lys et de Riou-Maou ont des rapports caractéristiques plus élevés.

Cette division en deux grands groupes n'est pas factice; elle cadre bien avec ce que nous a appris l'étude microscopique. De plus un coup d'œil jeté sur la composition chimique nous montre que les roches à quartz virtuel ont une teneur en silice variant de 63,55 à 56,51, tandis que les autres oscillent de 51,61 à 45,90. C'est là un caractère très net mis en

lumière par la considération de la composition minéralogique virtuelle et qui serait absolument voilé par la considération unique du numéro de l'ordre. Il est vrai que, si au lieu de ce simple numéro on envisage les valeurs numériques du rapport caractéristique de l'ordre, on arrive à établir une division satisfaisante.

Cependant constatons dans notre Tableau III que les roches Lac Bleu α, Lac Bleu γ et Piquette deras Lids, d'après cette considération de rapport caractéristique, sont plus proches de nos roches à quartz virtuel que les trois roches de l'Arbizon et celle du Lac Bleu β, dont le rapport caractéristique d'ordre est o. Cela tient à ce que d'après leur composition chimique elles contiennent de la néphéline virtuelle qui vient se substituer au quartz dans le numérateur du rapport caractéristique $\frac{Q}{F}$. Ainsi donc, deux roches étant données, la présence du quartz virtuel dans l'une, qui implique la richesse en silice, et la présence de néphéline virtuelle dans l'autre, qui implique l'indigence en silice, tendent à nous les faire ranger quoique très dissemblables dans une même division (ordre V).

Nous n'ignorons pas que ce sont d'autres points à mettre en relief qui ont conduit les auteurs américains à l'établissement de ce rapport $\frac{\text{quartz ou néphéline}}{\text{feldspath}}$, mais cela doit nous mettre en garde contre une application brutale et sans discernement de leur classification. ~~Pour légitimer encore cette opinion, constatons que dans cette nomenclature deux roches aussi différentes minéralogiquement et chimiquement que celles de la Vallée du Lys γ et de la Piquette deras Lids possèdent cependant toutes deux le même nom « *shoshonose* ».~~

Revenons à nos roches de la Vallée du Lys et de Riou-Maou. Les premières sont plus siliceuses que la dernière qui se trouve être plus riche en chaux (caractérisée par la basicité plus grande du feldspath dominant et par la présence d'une

quantité assez grande de diopside virtuel) et se place dans le rang 4, tandis que les autres se placent dans le rang 3.

L'alumine, variable en petite quantité dans l'ensemble de notre série des Pyrénées, se manifeste par la présence de corindon virtuel dans les roches α et β de la Vallée du Lys; ce corindon virtuel a pu être formé par suite de la pauvreté de ces roches en chaux qui a exigé peu de Al^2O^3 pour l'anorthite virtuelle. C'est cette même raison qui a donné naissance à du corindon virtuel dans la roche α de l'Arbizon.

La teneur des alcalis est moindre à la Vallée du Lys qu'au Riou-Maou : la potasse est subordonnée à la soude dans la totalité de nos roches sauf dans le type Vallée du Lys. Le rapport $\frac{K^2O}{Na^2O}$ des subrangs nous montre l'albite virtuelle prépondérante sur l'orthose virtuelle mais n'est pas suffisamment constant pour caractériser notre série, comme il le fait, d'après certains auteurs, dans d'autres séries régionales : ce rapport n'est assez constant que pour l'ensemble des roches de la Vallée du Lys et celles de l'Arbizon.

Enfin la magnésie est toujours subordonnée aux oxydes de fer. Ces derniers, peu abondants dans la Vallée du Lys et au Riou-Maou, s'élèvent jusqu'à 10 environ au Lac Bleu.

Une subdivision nette est assez difficile à établir dans les ROCHES SANS QUARTZ VIRTUEL. L'insuffisance de silice, qui est mise aussi en évidence par la présence d'olivine virtuelle, s'accentue encore pour deux roches du Lac Bleu et la roche de la Piquette qui renferment de la néphéline virtuelle. La chaux non feldspathisable s'observe sous forme de diopside virtuel assez abondant, sauf pour une roche de l'Arbizon. Ce groupe des roches sans quartz virtuel est beaucoup plus homogène encore que le précédent.

B. *Méthode de M. Michel Lévy.* — Maintenant que nous avons

mis en œuvre la méthode américaine, cherchons à appliquer la méthode de M. Michel Lévy ([1]), pour laquelle nous serons plus bref puisqu'elle est beaucoup mieux connue du public français.

On sait que cette méthode est basée sur la considération, dans un magma, des fumerolles alcalines, alumineuses et siliceuses, d'une part, et de la scorie ferro-magnésienne, d'autre part.

Les éléments des fumerolles et leurs rapports sont caractérisés par les paramètres Φ et r; la scorie est caractérisée par les paramètres C' et Ψ.

Φ est le rapport de la silice pour 100 des éléments blancs aux alcalis :

$$\Phi = \frac{S\,\mathrm{sal}}{2k + 3n}$$

où

S sal = somme des poids de la silice relative aux éléments blancs,
k = poids de la potasse,
n = poids de la soude;

r est le rapport de la potasse à la soude :

$$r = \frac{k}{n}.$$

C' est le rapport de la chaux non feldspathisable aux éléments ferro-magnésiens

$$C' = \frac{c'}{x},$$

où

c' = poids de la chaux non feldspathisable,
x = poids des éléments ferro-magnésiens.

([1]) *Contribution à l'étude des magmas chimiques dans les principales séries éruptives françaises* (*Bulletin des services de la Carte géologique de la France*, n°s 92 et 96, Paris, 1903).

Enfin Ψ est le rapport des oxydes de fer à la magnésie

$$\Psi = \frac{f}{m},$$

où

f = poids des oxydes de fer,

m = poids de la magnésie.

Les valeurs de ces différents paramètres se rangent dans un certain nombre de groupes auxquels l'auteur a attribué des noms : pour Φ (éléolitique, alcalino-syénitique, etc.); pour r (persodique, mégasodique, etc.); pour C′ (méga-alumineux, micro-alumineux et aussi ægyrinique quand la roche contient de la soude non feldspathisable), et pour Ψ (magnésien, ferro-magnésien et ferrique). Dans le Tableau IV nous avons calculé pour nos roches la valeur de ces paramètres et indiqué les noms qui s'y appliquent.

D'après la considération du paramètre Φ nos roches se placent, pour la plus grande partie, dans le groupe granito-dioritique, le groupe alcalinogranitique et le groupe syénitique. Les trois roches du type Vallée du Lys ont pour Φ des valeurs très voisines. ~~Il est à remarquer que la roche α du Lac Bleu est la seule qui fasse partie du groupe éléolitique, tandis que la méthode américaine nous avait fait calculer de la néphéline dans deux autres roches.~~

Le rapport $\frac{k}{n}$ ne montre pas une grande constance dans notre série; il varie de 0,12 (Lac Bleu β) à 1,6 (vallée du Lys β), oscillant du groupe mégasodique au groupe mégapotassique.

Relativement à C′, toutes nos roches se rangent dans le groupe mégaalumineux, sauf deux qui se rangent dans le groupe mésoalumineux (Piquette deras Lids et Lac Bleu γ), qui correspondent aux séries microcalcique et mésocalcique.

La totalité de nos roches, d'après la valeur de Ψ, se placent

TABLEAU IV. — MÉTHODE DE M. MICHEL LÉVY.

	Φ.			r.			C'.			Ψ.		
a. Vallée du Lys α ...	4,04	Granito-dioritique	V	1,1	Méga-potassique	V	0,00	Méga-alumineux	I	1,4	Magnésien	I
b. Vallée du Lys β ...	3,2	Alcalino-granitique	IV	1,6	»	»	0,00	»	»	1,0	»	»
c. Vallée du Lys γ ...	2,9	Syénitique	III	1,4	»	»	0,02	»	»	1,2	»	»
d. Riou-Maou........	4,3	Granito-dioritique	V	0,3	Méga-sodique.	II	0,05	»	»	1,0	»	»
e. Arbizon α.........	2,2	Alcalino-syénitique	II	0,3	»	»	0,00	»	»	2,1	»	»
f. Arbizon β.........	2,8	Syénitique	III	0,55	Méso-sodique	III	0,00	»	»	1,9[2]	»	»
g. Arbizon γ.........	3,6	Granito-dioritique	V	0,6	Méso-potassique	IV	0,03	»	»	1,6	»	»
h. Lac Bleu α........	2,3	Syénitique	III	0,7	»	»	0,03	»	»	1,4	»	»
i. Lac Bleu β........	3,3	Alcalino-granitique	IV	0,12	Persodique	I	0,05	»	»	1,4	»	»
j. Lac Bleu γ........	2,7	Syénitique	III	0,4	Méso-sodique	III	0,06	Méso-alumineux	II	1,3	»	»
k. Piquette deras Lids.	2,8	»	»	0,9	Méga-potassique	V	0,06	»	»	1,7	»	»

dans le groupe magnésien; ce paramètre met en lumière la richesse en fer des roches de l'Arbizon vis-à-vis de l'ensemble de celles de la vallée du Lys, relativement plus magnésiennes, et vis-à-vis de celles du Lac Bleu, qui occupent une situation intermédiaire.

Dans une Note récente, M. Michel Lévy [1] préconise l'adjonction, aux paramètres qui caractérisent la scorie, du paramètre U (égal au rapport des oxydes de fer à la chaux totale)

$$U = \frac{f}{c + c'},$$

c = poids de la chaux feldspathisable.

Il signale en outre l'utilité des nombres $2k + 3n$ pour 100 et An pour 100 $\left(\text{égal à } \frac{\text{An}}{\text{Ab} + \text{An}}\right)$ qui est la teneur en anorthite du plagioclase total. Dans le Tableau IV *bis*, nous donnons ces différents nombres.

M. Michel Lévy estime que, dans une même série de roches éruptives, « tout se passe comme si deux magmas à propriétés très différentes (scorie, fumerolle) se mélangeaient en diverses quantités en conservant chacun d'une façon assez stable la proportion relative de ses divers éléments ».

Dans ce Tableau IV *bis* nous avons scindé la composition chimique centésimale de nos roches en deux parties : l'une est relative aux éléments blancs (fumerolle de M. Michel Lévy), l'autre aux éléments colorés (scorie de M. Michel Lévy); ce sont les chiffres en petits caractères. Au-dessus (caractères ordinaires) nous avons calculé le pourcentage des différents éléments (SiO^2, Al^2O^3, etc.) dans la totalité des

---

[1] *Sur l'exlstence de paramètres capables de caractériser les magmas d'une famille de roches éruptives* (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXLIV, 18 mars 1907, p. 598, Paris).

TABLEAU IV *bis*. — MÉTHODE DE M. MICHEL LÉVY (*suite*).

	ÉLÉMENTS BLANCS.						ÉLÉMENTS COLORÉS.						U.	$\frac{An}{Ab+An}$ p. 100.	2k+3n p. 100.
	SiO^2.	Al^2O^3.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	SOMME.	SiO^2.	Fe^2O^3 +FeO.	MgO.	CaO.	Apatite $+TiO^2$.	SOMME.			
a. Vallée du Lys α...	68,3 54,49	19,5 15,60	5,4 4,30	3,2 2,55	3,6 2,92	100,0 79,86	47,5 9,06	26,6 5,10	19,1 3,65	» »	6,0 1,25	99,2 19,06	1,69	0,5	13,49
b. Vallée du Lys β...	64,5 45,66	22,1 15,50	5,5 3,90	3,6 2,54	4,4 3,08	99,8 70,68	50,0 13,34	22,6 6,20	21,7 5,95	» »	5,0 1,37	99,3 27,46	1,58	0,48	13,78
c. Vallée du Lys γ...	66,0 50,04	20,3 15,60	4,5 3,45	3,8 2,90	5,4 4,12	100,0 76,12	48,0 11,06	23,3 5,38	19,5 4,52	2,2 0,50	7,3 1,70	100,3 23,16	1,24	0,41	16,94
d. Riou-Maou.......	60,0 42,42	25,3 17,90	9,7 6,85	3,7 2,72	1,2 0,82	100,0 70,71	50,0 14,09	20,5 5,80	19,9 5,58	5,7 1,60	4,2 1,20	100,3 28,27	0,67	0,59	9,80
e. Arbizon α........	60,5 45,24	25,8 19,31	4,2 3,15	7,2 5,37	2,5 1,90	100,2 74,97	27,3 6,37	38,5 8,93	18,6 4,35	» »	15,1 3,51	99,5 23,16	2,33	0,25	19,91
f. Arbizon β........	57,9 41,40	26,7 19,10	8,5 6,10	5,0 3,57	2,8 1,98	100,8 72,15	27,0 6,41	38,3 9,70	20,1 5,10	0,4 0,10	14,9 3,77	100,7 25,08	1,42	0,5	14,67
g. Arbizon γ........	54,4 36,12	28,5 18,90	10,3 7,10	3,8 2,50	2,5 1,69	99,5 66,31	34,3 10,48	33,2 10,19	21,0 6,41	3,4 1,05	8,1 2,47	100,0 30,60	1,9	0,62	9,88
h. Lac Bleu α.......	56,2 37,44	26,7 17,70	6,9 4,65	5,8 3,82	4,2 2,80	99,8 66,41	31,8 8,81	32,5 8,98	22,7 6,29	3,6 1,00	9,5 2,62	100,1 27,70	1,19	0,5	16,06
i. Lac Bleu β.......	55,0 32,76	28,3 16,81	10,5 6,20	5,4 3,07	0,7 0,39	99,9 59,86	37,5 13,14	29,3 10,40	20,5 7,23	4,9 1,75	7,9 2,80	100,1 35,32	1,13	0,53	9,99
j. Lac Bleu γ.......	55,2 35,40	28,0 17,81	9,4 6,00	5,4 3,45	1,9 1,21	99,9 63,87	35,0 12,11	29,7 10,14	23,3 8,05	6,4 2,20	5,8 2,02	100,2 34,62	1,22	0,67	12,77
k. Piquette deras Lids.	54,0 35,97	28,2 18,80	9,8 6,50	3,9 2,62	3,6 2,38	99,5 66,27	37,8 11,28	27,5 8,20	16,1 4,81	6,4 1,9	12,3 3,68	100,1 29,87	0,9	0,65	12,62

TABLEAU V. — MÉTHODE DE M. LŒWINSON-LESSING.

	R^2O.	RO.	R^2O+RO.	R^2O^3.	SiO^2.	COEFFICIENT d'acidité.		FORMULE.
a. Vallée du Lys α	72	242	314	153	1070	2,77	Acide	$2,05\ RO \times R^2O^3 \times 7,00\ SiO^2$
b. Vallée du Lys β	73	298	371	152	996	2,39	Neutre	$2,40\ RO \times R^2O^3 \times 6,45\ SiO^2$
c. Vallée du Lys γ.....	91	295	386	153	1021	2,41	»	$2,49\ RO \times R^2O^3 \times 6,60\ SiO^2$
d. Riou-Maou.........	53	372	425	176	953	2,00	Basique	$2,41\ RO \times R^2O^3 \times 5,41\ SiO^2$
e. Arbizon α..........	107	301	408	189	888	1,83	»	$2,16\ RO \times R^2O^3 \times 4,71\ SiO^2$
f. Arbizon β..........	78	367	445	195	827	1,62	»	$2,27\ RO \times R^2O^3 \times 4,23\ SiO^2$
g. Arbizon γ..........	58	426	484	197	800	1,49	»	$2,45\ RO \times R^2O^3 \times 4,06\ SiO^2$
h. Lac Bleu α.........	91	384	475	177	804	1,60	»	$2,67\ RO \times R^2O^3 \times 4,53\ SiO^2$
i. Lac Bleu β.........	54	484	538	165	796	1,54	»	$3,26\ RO \times R^2O^3 \times 4,81\ SiO^2$
j. Lac Bleu γ..	68	468	536	184	817	1,50	»	$2,90\ RO \times R^2O^3 \times 4,43\ SiO^2$
k. Piquette deras Lids..	68	396	464	184	816	1,60	»	$2,53\ RO \times R^2O^3 \times 4,43\ SiO^2$

éléments blancs et dans la totalité des éléments ferro-magnésiens [1].

D'après les vues de M. Michel Lévy, ces nombres, dans une même série éruptive, sont très sensiblement voisins. Notre série pyrénéenne n'est pas assez homogène pour que l'on puisse y constater ce fait.

Enfin, dans le Tableau V, nous avons calculé, pour nos roches, les formules de M. Lœwinson-Lessing; bornons-nous à constater qu'elles sont toutes parmi les *roches basiques,* sauf les roches du type Vallée du Lys, dont deux sont des *roches neutres* et la troisième une *roche acide.*

§ 2. — *Comparaison avec quelques autres roches des Pyrénées.*

M. Pisani a fait l'analyse de deux granites que nous avons recueillis, l'un dans la région du Lac Bleu et l'autre dans celle de l'Arbizon. Nous en donnons les résultats ci-dessous :

	SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	H^2O.	TiO^2.	SOMME.
Granite, Lac Bleu.	75,00	12,40	1,90	1,24	0,66	0,73	3,73	4,80	0,12	„	100,58
» Arbizon..	69,10	14,80	1,64	1,74	2,18	3,06	2,72	4,08	1,00	0,41	100,73

Malheureusement le petit massif de granite du nord du Lac Bleu et les pointements granitiques de l'Arbizon ont subi des influences métamorphiques, et il est impossible d'y recueillir des échantillons ayant échappé à ces actions. Le granite du Lac Bleu est un granite à biotite et muscovite avec

[1] Les nombres contenus dans ce Tableau sont, en somme, les éléments des triangles normaux de M. Michel Lévy (S_{sal}, K, N, S_{f}, F, M, C′, et aussi s_{sal} pour 100 et c').

	MÉTHODE AMÉRICAINE.					MÉTHODE DE M. MICHEL LÉVY.						
	Classe.	Ordre.	Rang.	Subrang.		Φ.	r.	C'.	Ψ.	U.	An °/₀.	2k+3n °/₀.
Ophite :												
Sauveterre.	1,04 III	0,26 VI	1,58 III	0,77 III	Ourose	1,78 I	0,11 II	0,20 III	1,74 I	0,71 I	0,40	15,63
Val d'Enfer	1,08 III	0,4 VI	1,45 III	0,28 IV	Limburgose	3,05 IV	0,43 III	0,163 III	1,4 I	1,35 II	0,65	17,09
Pouzac....	1,667 II	0,05 V	0,39 IV	0,09 V	Hessose	3,90 V	0,15 I	0,015 II	2,65 II	0,84 I	0,59	8,9
Granite :												
Lac Bleu..	17,62 I	0,51 IV	10,10 I	0,85 III	Liparose	3,55 V	1,28 V	0,018 I	4,78 III	4,31 III	0,11	20,79
Arbizon...	9,42 I	0,43 IV	1,60 III	1,00 III	Amiatose	4,00 VI	1,50 V	0,00 I	1,55 I	1,15 II	0,4	16,32

	ÉLÉMENTS BLANCS.						ÉLÉMENTS COLORÉS.					
	SiO^2.	Al^2O^3.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	Somme.	SiO^2.	Fe^2O^3 + FeO.	MgO.	CaO.	Apatite + TiO^2.	Somme.
Ophite Sauveterre..........	55,2	27,8	5,84	9,6	1,3	99,7	44,7	17,7	15,1	18,7	3,0	99,2
	27,97	14,05	2,95	4,85	0,54	50,36	21,72	8,59	7,30	9,06	1,45	48,12
» Val d'Enfer.........	52,0	29,5	6,5	8,3	3,6	99,9	46,6	22,0	15,7	16,3	″	100,6
	27,67	15,71	3,50	4,43	1,90	53,21	21,48	10,10	7,21	7,44	″	46,23
» Pouzac............	56,2	27,8	11,0	4,4	0,6	100,0	46,3	27,9	10,4	14,7	″	99,3
	34,8	17,2	6,8	2,7	0,4	61,9	17,2	10,4	3,9	5,5	″	37,0
Granite Lac Bleu..........	77,0	13,0	0,63	3,9	5,0	99,53	26,7	58,2	12,3	1,8	″	99,0
	73,56	12,40	0,60	3,73	4,80	95,09	1,44	3,14	0,66	0,10	″	5,34
» Arbizon...........	72,1	16,3	3,4	3,0	4,5	99,3	40,2	36,1	23,3	″	″	99,6
	65,34	14,80	3,06	2,72	4,08	90,00	3,76	3,38	2,18	″	″	9,32

un peu de grenat; celui de l'Arbizon est légèrement amphibolique. Par suite, on ne peut déduire rien de probant de la comparaison de leurs rapports caractéristiques et de leurs paramètres (nous les indiquons ci-contre) avec ceux de nos roches filoniennes.

Les analyses publiées des roches éruptives des Pyrénées portent sur les granites, les ophites, les lherzolites, les roches basiques qui accompagnent ces dernières et les roches endomorphes. Nos roches filoniennes ne peuvent être comparées qu'aux ophites.

Les autres sont géographiquement trop lointaines des roches que nous étudions dans ce Mémoire pour que nous en tenions compte. Nous donnons ci-contre les rapports caractéristiques et les paramètres magmatiques des ophites; la composition chimique en a été donnée page 60.

Par comparaison avec le Tableau III, on voit, pour ne parler que de la méthode américaine, que l'ophite de Pouzac entre dans la même division hessose que la roche du Riou-Maou, de l'Arbizon γ et du Lac Bleu β et γ. Elle ne diffère guère de ces trois dernières que structurellement.

L'ophite de Sauveterre et celle du Val d'Enfer diffèrent de nos roches par la classe et aussi par l'ordre. Les rangs et les subrangs sont les mêmes.

A ce qui précède se borne ce que l'on peut dire actuellement sur les rapports chimiques de nos roches filoniennes avec les autres roches éruptives des Pyrénées. Il eût été intéressant de rechercher leurs relations magmatiques. Outre qu'une telle étude sort du cadre de notre travail, les documents manquent pour l'exécuter; cette étude d'ensemble ne pourra être entreprise que lorsqu'une série de monographies aura fait connaître, les unes après les autres, les diverses roches éruptives pyrénéennes.

CHAPITRE IX.

CLASSIFICATION EMPLOYÉE.

Nous avons naturellement adopté la classification pétrographique française. Dégagée de toute préoccupation chimique et de toute hypothèse génétique et basée uniquement sur des considérations minéralogiques, elle nous a paru s'adapter mieux que toute autre à l'étude de nos roches.

L'état minéralogique actuel d'une roche est fonction et de la nature du magma qui a commencé à se solidifier (composition chimique de ce magma) et des diverses vicissitudes subies par lui jusqu'au moment où s'est trouvé formé l'échantillon considéré (action des fumerolles, de la pression, du mode de gisement, etc.) [1]. Cet échantillon porte l'empreinte de toutes ces actions. Notre classification s'exerce précisément sur cet état minéralogique actuel qui est la résultante de tout le passé de la roche et qui porte écrit en lui la totalité de son histoire.

Le grief important que l'on est très justement en droit de lui faire réside en ce qu'elle est exclusivement qualitative et qu'elle ne donne pas une notion de *quantité*. Pour y remédier on a proposé l'adjonction, au nom de la roche, d'épithètes (hololeucocrates, leucocrates, etc.) appréciant la teneur en éléments colorés; on peut ainsi resserrer les divisions des grands groupes parfois un peu lâches et leur permettre de mieux cadrer avec la composition chimique des roches qui y figurent. C'est ce que nous avons fait dans l'examen de nos différentes roches.

A cause de l'importance et de la diffusion des Ouvrages de

---

(1) Nous passons sous silence les actions éventuelles dues au métamorphisme et à la décomposition.

M. H. Rosenbusch, il nous a paru, en outre, intéressant de rechercher la place occupée par nos roches dans sa classification ([1]).

On sait que cette dernière établit dans les roches éruptives trois grandes divisions basées sur leur situation géologique. Ce sont les roches de profondeur (Tiefengesteine), les roches filoniennes (Ganggesteine) et les roches d'épanchement (Ergussgesteine). Quoique nos roches se trouvent exclusivement sous la forme filonienne, c'est évidemment dans les deux dernières divisions qu'il faut chercher à les placer.

Disons tout de suite que les roches du Lac Bleu, de l'Arbizon et de la Piquette deras Lids sont à classer dans la dernière division. Les échantillons les plus cristallins du Lac Bleu et de l'Arbizon se placent sans conteste parmi les *diabase,* les échantillons vitreux parmi les *augitporphyrite,* et la plupart des échantillons intermédiaires parmi les *diabasporphyrite.* La roche de la Piquette deras Lids est plutôt à rapprocher des *hornblendebasalte.*

M. H. Rosenbusch a placé lui-même dans ses *dioritporphyrite,* qui font partie de ses *Ganggesteine,* roches filoniennes, la roche de la vallée du Lys, et il l'a assimilée à la *Vintlit* (Pichler) du Tyrol ([2]). Il remarque que par ses caractères mélanocrates elle se rapproche du groupe des lamprophyres; cette observation était nécessaire pour légitimer la présence dans une même famille, celle des *dioritporphyrite,* de notre roche et de roches à caractères si différents, telles que la dacite de Kis Sebes, les roches laccolitiques des Henry Mountains et le porphyre bleu de l'Estérel.

([1]) *Elemente der Gesteinslehre,* 2e édition, Stuttgart, 1901, passim. — *Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine,* 4e édition, vol. II, 1re Partie, Stuttgart, 1907, passim.

([2]) H. Rosenbusch, *Mikroskopische Physiographie,* etc., p. 562, et *Elemente der Gesteinslehre,* etc., p. 211.

Cette famille des *dioritporphyrite* et notre famille des microdiorites sont en effet l'une et l'autre très étendues et, il faut bien le dire, très hétérogènes.

Les *dioritporphyrite* constituent une des familles du groupe granitodioritique de M. H. Rosenbusch appartenant aux roches filoniennes; les deux autres groupes, le groupe aplitique et le groupe lamprophyrique, s'en distinguent nettement.

Les *dioritporphyrite* sont caractérisées par leur structure holocristalline porphyrique, où les phénocristaux sont des plagioclases et de la biotite, de la hornblende ou de l'augite. Quand le quartz se joint aux autres phénocristaux, on a la sous-famille des *quarzdioritporphyrite.*

D'après la prédominance de l'élément coloré comme phénocristal, on y établit les divisions :

Biotitdioritporphyrite (quarzbiotitdioritporphyrite);
Hornblendedioritporphyrite (quarzhornblendedioritporphyrite);
Augitdioritporphyrite (quarzaugitdioritporphyrite).

Ce sont les *hornblendedioritporphyrite* qui correspondent seules à nos microdiorites; les *quarzhornblendedioritporphyrite* correspondent à nos microdiorites quartzifères. Cette division et cette subdivision comprennent les roches connues des Henry Mountains et West Elk Mountains (États-Unis), du porphyre bleu de l'Estérel (Var), du col du Chardonnet (Dauphiné), de Quenast (Belgique), de l'Ortler (Suldenit et Ortlerit) de Méran (Vintlit) que nous nommons aussi *microdiorites* ou *microdiorites quartzifères.*

Les *biotitdioritporphyrite* et les *augitdioritporphyrite* sont exclues de nos microdiorites caractérisées par la présence de l'amphibole.

Par contre, nos microdiorites, où ce dernier minéral est dominant sur les autres éléments colorés, débordent sur les

roches aplitiques et lamprophyriques de M. H. Rosenbusch. Elles comprennent ainsi les *malchite,* les *luciite,* les *horblende-kersantite,* des *spessartite,* et toutes les roches de la série alcaline que nous ne citons pas.

Le groupe de nos microdiorites est, par suite, plus compréhensif par certains points de vue que la famille des *dioritporphyrite;* d'un autre côté, cette dernière, qui comprend aussi quelques-unes de nos microkersantites et quelques-uns de nos microgabbros, déborde parfois sur nos microdiorites.

Quoi qu'il en soit, les roches de la vallée du Lys se placent sans conteste parmi les *hornblendedioritporphyrite.*

Il est plus difficile d'être aussi catégorique pour la roche de Riou-Maou. En ne considérant que sa pâte plus ou moins semi-cristalline et malgré son mode de gisement, il faudrait la placer dans la famille des roches d'épanchement. Cependant on ne peut nier que, par certains échantillons particulièrement cristallins, elle ne possède des droits évidents à refigurer parmi les *dioritporphyrite,* non loin de l'ortlerit de MM. Stache et von John. Nous croyons que c'est là que M. Rosenbusch la placerait.

RÉSUMÉ.

Dans ce travail, nous avons étudié les roches de couleur généralement foncée (riches en feldspaths plagioclases et en silicates ferro-magnésiens et plus ou moins pauvres en feldspaths monocliniques), dont les filons se rencontrent dans le granite et les terrains paléozoïques des Pyrénées.

Nous avons cherché à mettre de l'ordre dans les roches provenant de très nombreux gisements qui sont surtout abondants dans les Hautes-Pyrénées et l'est des Basses-Pyrénées. Elles présentent, en général, deux temps de consolidation : le premier temps étant plus différencié que le second, c'est autour de cinq types principaux définis par leurs phénocristaux que nous avons rangé nos matériaux.

Le *type Riou-Maou* est une labradorite amphibolique à hornblende.

Le *type Vallée du Lys* est une microdiorite à labrador et hornblende.

Les roches de ces deux types sont grisâtres, ayant quelques-unes un aspect grenu ; les roches des trois autres types sont de couleur vert foncé et d'apparence plus compacte.

Le *type Lac Bleu* est une diabase intersertale passant par diminution de cristallinité à une labradorite très vitreuse.

Le *type Arbizon* est aussi une diabase intersertale un peu différente de celle du type précédent et passant à une andésite augitique très différente comme aspect de la labradorite du Lac Bleu.

Nous avons insisté sur ce que les diabases intersertales des deux types Lac Bleu et Arbizon diffèrent minéralogiquement et géologiquement des ophites des Pyrénées, qui sont

des diabases ophitiques, et qui jusqu'ici n'ont été trouvées qu'en petits massifs, jamais en filons, dans les terrains secondaires de la chaîne, jamais dans les terrains anciens.

Notre type Piquette deras Lids est une andésite augitique à hornblende, augite et andésine.

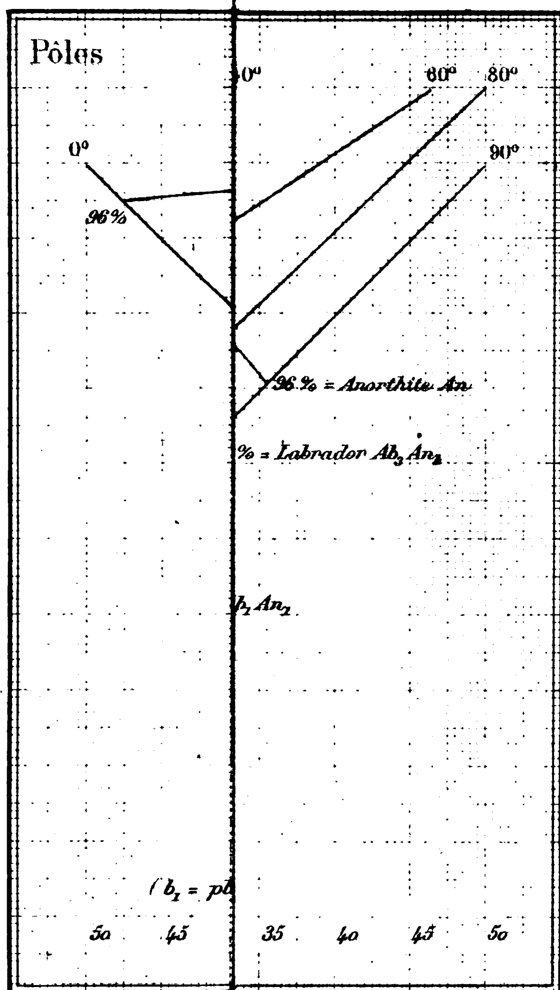
Enfin, dans un Chapitre spécial, nous avons examiné les rapports chimiques de nos roches entre elles et avec d'autres roches des Pyrénées. Les éléments manquent pour étudier ce dernier point avec toute la généralité voulue.



TABLE DES MATIÈRES.

PLANCHES.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.



Imp. Erhard F^res, Paris.



Fig. 1



Fig. 2

Cl. Monpillard. Phototypie Berthaud

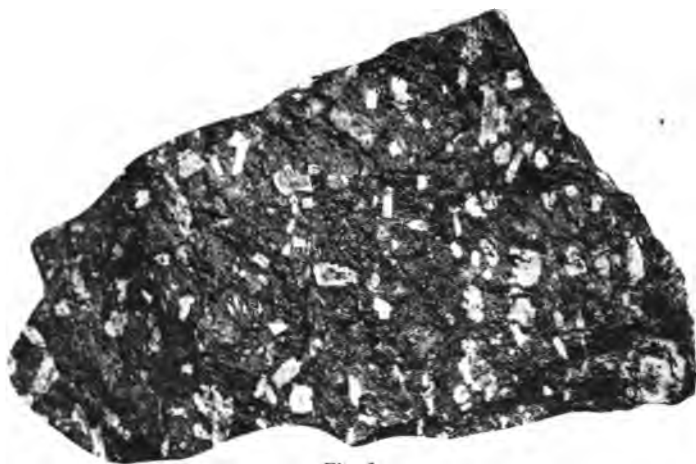


Fig. 1



Fig. 2

Cl. Monpillard. Phototypie Berthaud



Cl. A. de Romeu. Phototypie Berthaud

Vue du Lac Bleu, côté sud.



Cl. A. de Romeu. Phototypie Berthaud

Vue du Pic d'Arbizon et du Pic de Montfaucon.

G162

Romeu, A. de
AUTHOR

Les roches foloniennes.
TITLE

DATE DUE	BORROWER'S NAME

DATE DUE

